





NUEVOS ELEMENTOS

DE

HISTORIA NATURAL,

POR

M. SALACROUX,

adornada con 50 láminas grabadas en cobre:

TRADUCIDA Y CONSIDERABLEMENTE AUMENTADA

por

DON JOSÉ RODRIGO,

Doctor en Medicina y Cirugía, etc.

MADRID: IMPRENTA DE VERGES.
1837.



NUEVOS ELEMENTOS

DE

HISTORIA NATURAL.

NUEVOS ELEMENTOS
DE
HISTORIA NATURAL,
CONTENIENDO
LA ZOOLOGIA, LA BOTÁNICA,
LA MINERALOGIA Y LA GEOLOGIA,
APLICADAS Á LA MEDICINA, Á LA FARMACIA,
Á LAS CIENCIAS Y ARTES COMUNES,

POR M. SALACROUX,
DOCTOR EN MEDICINA DE LA FACULTAD DE PARIS, PROFESOR DE HISTORIA NATURAL EN EL COLEGIO REAL DE SAN LUIS, MIEMBRO DE LA SOCIEDAD DE CIENCIAS NATURALES DE FRANCIA, ETC.

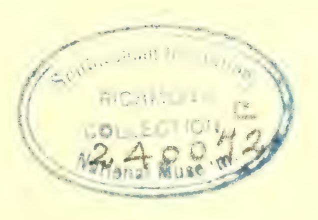
ADORNADA CON 50 LÁMINAS GRABADAS EN COBRE:

Traducida y considerablemente aumentada

POR

DON JOSÉ RODRIGO,
Doctor en Medicina y Cirujía, etc.

TOMO V.



MADRID: IMPRENTA DE VERGES.
1840.

ADVERTENCIA.

La suma concision con que Salacroux habia tratado la Botánica, se observaba todavía mas al hablar del reino inorgánico. En efecto, concediendo sobre siete partes á la Zoologia y dos á la Fitologia, apenas llegaba á una la que habia dejado para la Mineralogia y Geologia. Los cuerpos brutos mas interesantes eran solo mencionados, sus caractéres faltaban y las principales especies no podian distinguirse bien. En este conflicto, y no pudiendo por su método prestarse á la estension que estas materias requerian, he creido deber formar este tratado de nuevo, valiéndome para ello de las luces de los autores mas recomendables. Por esta razon he tomado por base de la mineralogia, para la indicacion de las generalidades y principios de la ciencia, el manual de Mineralogia de Richard, estractado principalmente de la obra de Beudant. La misma ha servido de guia para la esposicion y distribucion de las especies, pues tenia ademas la ventaja de estar espresamente aplicada á la medicina y á las artes;

pero como no incluyese todas aquellas especies que son dignas de mencionarse por su importancia, he dado su descripcion siguiendo á Haüy, Brard, Beudant y á otros mineralogistas de mas nota. Sin embargo de esto, todavía mi trabajo no estaba completo: faltábale la Geografia mineralógica de España. Mengua y baldon mereceria yo si al hablar de una especie mineral solo hubiese dicho que se encontraba en Transilvania, que venia de la Tartaria China ó que la vieron en el Cabo de Buena Esperanza, cuando tal vez ocupa en nuestros paises leguas enteras. Lo contrario, seria dar lugar á que nuestra infelice patria, una de las naciones mas ricas por sus celebradas minas, cuya superficie atravesada por cuatro vastas cordilleras manifiesta la gravedad de los fenómenos que en los tiempos antiguos sucedieron, y por consiguiente la riqueza que su seno oculta, continúe en esta parte olvidada y desconocida de nacionales y estranjeros. La geografia mineralógica del sabio Hergen, inserta en los Anales de ciencias naturales, la obra de Bowles, examinada con detencion, y otras varias noticias sueltas y fidedignas me han suministrado los materiales para completar como era debido este tratado.

Las mismas dificultades se me ofrecian respecto de la Geologia. En su consecuencia, corriendo entre los sabios con tanta aceptacion la

obra de D' Aubuisson sobre esta materia, y habiendo hecho Burat, hábil geólogo, un escelente compendio de ella, le he adoptado enteramente como testo, sin mas alteraciones que la de añadir algunos puntos curiosos de Salacroux que no tenian sus correspondientes, y algunas otras cosas interesantes que le faltaban, ya para hacer la materia menos árida, ya para cumplir lo que tenia prometido; tales son las consideraciones sobre las riquezas y agricultura de los terrenos de N. Boubée y de Rozet, y las ideas geogénicas de las Edades de la naturaleza de Lacepede, inclusas algunas reflexiones astronómicas que nos parecen confirman las teorías de Laplace, Lagrange, &c., y que resultan de la comparacion de las tablas astronómicas de Arago y de los trabajos de Herschell, &c., &c.

Por último, réstame decir que fluctuando entre los diversos nombres y terminaciones, ya de los modernos, ya de los antiguos, ya dados por un escritor, ya por otro, he seguido la nomenclatura adoptada en las escuelas de esta capital.

Cansado de traducir autores, compulsar libros, ingerir en los testos y corregir errores, he llegado al fin de tan penosa tarea. Pero ya que conocemos desde la ballena hasta los monades, desde el cedro del Líbano y del enorme boabal hasta el humilde hisopo, las confervas y el caos,

y desde el oro codiciado hasta el despreciado polvo, emprenderé en breve la filosofía de la historia natural, que manifiesta los vínculos que unen á todos estos seres, las maravillas de la naturaleza y sus misterios, tales como al débil talento del hombre le es dado traslucir.



ÍNDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO.

REINO INORGÁNICO.

Se suplica á los lectores se sirvan corregir las siguientes erratas.

Página.	Línea.	Dice.	Debe leerse.
16	4	tetaedro	tetraedro
Id.	10	á iguales	é iguales
Id.	21	lám. I.	lám. II.
22	28	lám. III.	lám. II.
28	25	fig. 49.	fig. 42.
34	Id.	tambien casos	tambien en casos.
44	22	granuada	granuda
96	24	un ácido	los ácidos
107	7	electro-negativa,	electro-negativa;
113	34	de Croicolitas	Croicolitas
146	9	lignitas	lignita
151	25	§. I.	§. II.
159	23	y jaspe	y el jaspe
161	18	venas	velas
Id.	20	los tobas	las tobas
174	6	dodecadro	dodecaedro
Id.	19	§. I.	§. III.
175	10	§. II.	§. IV.
176	30	1 ; 6	16
196	20	pesa 2, 8	pesa de 2, 8
199	3	vestigios ácido	vestigios de ácido
200	10	él la	él
Id.	18	; mezclándole	. Mezclándole
202	8	14	15
203	9	lo	las
208	30	siliciato	silicato
210	28	tenerle;	tenerle
223	2	al	el
226	23	que el	que los del
250	28	2000	200
273	31	La especie	Las especies
276	3	encairita	eucairita
281	3	ordinariamente	ordinariamente de
315	17	se ha	se han
336	1	agos	lagos
437	15	anelides,	anelides;
Id.	18	ancha;	ancha,
451	2	aunque	aun que
471	4	grifeas,	grifeas
476	23	Podolia	Galitcia
518	13	Serpentinas y	Serpentinas,
Id.	Id.	es verde	y el verde
536	19	acceder	á ceder

REINO INORGÁNICO.

Consideraciones generales.

Una distancia inmensa separa este reino del orgánico. Enteramente sometidos los cuerpos que encierra á las leyes de la física general, no tienen ninguna fuerza interior para resistir á estas leyes, y nada puede sustraerlos á la accion de la pesantez, de la luz, del calor &c. Mientras que los *animales* y *vegetales* pueden, en virtud de su propia actividad, alejarse del centro de la tierra, á pesar de la fuerza que atrae hácia él todos los cuerpos terrestres, los *inorgánicos* ó *minerales* gravitan siempre hácia este punto con tanta mas energía, cuanto mayor es su densidad. Espuestos á la accion del calor y del frio, los cuerpos organizados rechazan, por el solo hecho de su organizacion, el esceso de este fluido imponderable, así como se oponen á su disminucion y se mantienen á una temperatura casi constante en medio de los hielos de los polos y bajo el cielo abrasador de la zona tórrida. Esta facultad la deben á su actividad orgánica, que se manifiesta con tanta mas energía, cuanto mas comprometida se encuentra la existencia del cuerpo vivo. Los minerales nada presentan de parecido: se dejan penetrar indiferentemente por el calor ó por el frio en una cantidad infinita, sin poder moderar los efectos del uno ó del otro, porque estan desprovistos de los aparatos orgáni-

cos, que en los cuerpos vivientes se hallan encargados de velar por la conservacion del sér. Sin órganos, sin vida y sin movimiento, su crecimiento es indeterminado, al esterior y debido á una simple agregacion de moléculas reunidas por la atraccion molecular. Asi todas sus partes son homogéneas, y la duracion de estos seres es ilimitada en tanto que las causas físicas no obran para destruirlos, estableciendo nuevas combinaciones de sus elementos.

Aunque para el vulgo la idea de mineral envuelve casi la de sólido, el naturalista abraza con la misma denominacion, no solo las sustancias en estado de solidez, sino tambien los cuerpos líquidos y gaseosos que se forman ó existen naturalmente en la superficie del globo. Así el agua en su diferente estado de pureza ó de mezcla y formando las aguas minerales propiamente dichas, ciertos ácidos que existen en el estado líquido, ó en el de disolucion en la naturaleza como el sulfúrico y bórico, ó en forma de gas como el carbónico, hidrosulfúrico é hidroclórico, son tan minerales como las piedras, el oro, la plata ú otro distinto metal.

Pero cualquiera que sea el estado de los minerales pueden considerarse de diferentes maneras, y su estudio dirigido bajo dos puntos de vista especiales constituye dos ramos distintos de la mineralogia general: la *Mineralogia* propiamente dicha ú *Orictognosia*; que tiene por objeto tratar individualmente de las especies minerales en su estado perfecto, en sus variaciones y alteraciones; establecer los caractéres que las distinguen y pueden servir para darlas á conocer; y clasificarlas del modo mas conforme y posible á las analogías que el conocimiento de sus propiedades hace descubrir: y la *Geologia* que considera á los cuerpos brutos de una manera general, estudiando el papel que desempeñan en la com-

posicion de las capas y grandes masas que forman la superficie de la tierra, su órden constante de sobreposicion, y en fin, las teorías ó hipótesis que el exámen de los hechos hace mas probables para esplicar muchos fenómenos naturales y las revoluciones del globo.

Mas antes de empezar la historia particular de los minerales, vamos á dar una idea de la manera que se estraen de su criadero, ó de enmedio de las capas en que se encuentran cuando no se hallan en la superficie de la tierra. Los trabajos que se hacen al efecto llevan el nombre de *minas*; las cuales se componen de un número mas ó menos considerable de *galerías* horizontales, y de *pozos* perpendiculares, que son otros tantos caminos destinados á conducir los trabajadores al criadero, y sacar el *mineral* ó materia estraida del seno de la tierra á la superficie del suelo.

Luego que se ha reconocido la existencia de un mineral útil en el interior de la tierra, conocimiento que se obtiene, ya por medio de las sondas y taladros hechos en el terreno, ya por la análisis de las materias que los torrentes arrastran, ya en fin, por el exámen de las sustancias que las aguas que salen tienen en disolucion, se empieza por practicar una ó muchas galerías en la falda de la montaña donde se encuentra el criadero. Concluidas las galerías, se hacen los pozos que solo se diferencian de las precedentes por su direccion vertical, ó á lo menos muy oblicua. Si la mina que se va á beneficiar se halla colocada debajo de un llano ó en una montaña escesivamente ancha, no se pueden abrir las galerías; entonces se hacen pozos que se profundizan hasta la parte mas baja del criadero.

Cuatro cosas pueden impedir la ejecucion de este primer trabajo: la dureza ó falta de consistencia en los terrenos que cubren el criadero, la abundante afluencia de aguas

y la falta de aire. Dos medios hay para vencer la dureza del terreno, el hierro y la pólvora. En el primer caso se usa de una especie de martillo puntiagudo, con el que los mineros circunscriben los pedazos de rocas que quieren quitar, y despues de haberles cortado hasta cierta profundidad, meten una cuña en la cortadura y hacen saltar trozos bastante considerables; pero este método es muy largo y costoso, por lo tanto se prefiere servirse de pólvora. Para esto es suficiente practicar con un barreno ó cincel, un agujero de algunas pulgadas de profundidad, en el cual se pone en seguida el cartucho. Este medio es mas pronto y fácil que el precedente; pero no puede ponerse en uso cuando la roca está llena de cavernas, ó en fin cuando la esplosion es capaz de producir hundimientos ó conmociones perjudiciales.

El segundo obstáculo para la estraccion de los minerales es, segun hemos dicho, la falta de consistencia del terreno; de aqui resultan cuando se practican escavaciones, los hundimientos que embarazan el sitio que los trabajadores han limpiado, y les obligan sin cesar á empezar de nuevo el mismo trabajo. Dos medios hay para evitar este inconveniente, el *acodalamiento* y el *revestido*.

Cuando se quiere acodalar una galería, se empieza por colocar á cada lado unos codales un poco inclinados unos hácia otros, y se los hace en seguida comunicar por una puente con mortajas, de manera que impida á los codales aproximarse. Si el terreno es demasiado flojo, es preciso añadir tablones que forman un techo ó pared que retienen hasta las mas pequeñas piedras. Algunas veces se ven obligados los mineros á clavar, con un mazo, tablas gruesas y puntiagudas para formar las paredes de la galería que se quiere hacer.

Cuando se trata de acodalar un pozo debe ser siempre cuadrado, para impedir el hundimiento de sus lados, y se coloca, á medida que se profundiza, una especie de cercos cuadrados de madera que sostienen las paredes.

Tal es el medio puesto en uso para oponerse á los hundimientos de las tierras cuando las minas no deben servir sino por poco tiempo; pero cuando están destinadas á estar largos años abiertas, en lugar del acodalamiento, se recurre al revestido que consiste en construir de mampostería las paredes de las galerías y de los pozos que se practican.

El tercer impedimento de los mineros es la afluencia de las aguas. Algunas veces se encuentran en las minas manantiales tan abundantes que inundarian todos los trabajos, é impedirian á los mineros continuar su obra, si no tuviesen muchos medios de desembarazarse de ellas. El primero es el *encoframiento* ó *encubamiento* por medio de maderos muy juntos unos con otros á la manera de las duelas de una cuba, que se aplican en el parage de donde sale el agua y que se sostienen con tornapuntas. Cuando este medio no es suficiente se recurre á unas pozas ó profundas cavidades en que se reunen las aguas, de donde las sacan con ayuda de bombas. El tercer medio, en fin, y el mas seguro de todos, es la abertura de una galería, de *desagüe*. Esta consiste en abrir un paso artificial al agua y conducirla al valle mas cercano; pero desgraciadamente este medio no es aplicable mas que á las minas que se encuentran en el interior de las montañas. Por lo demas, la utilidad de estas galerías de desagüe es tan patente que no se teme en ciertos parages practicarlas aunque deban tener algunas leguas de estension.

El cuarto y último inconveniente que se presenta en la abertura de las minas, es la falta de aire y de luz. Cuando los pozos han adquirido cierta profundidad, el

aire no circula, y así no puede menos de viciarse. Entonces los pozos se hacen inhabitables, las luces se apagan y los mineros no pueden respirar allí. Para remediar este inconveniente, es necesario abrir una nueva galería que pueda establecer una corriente de aire con la que existe ya. Por esto es necesario que su abertura esterior no se halle al mismo nivel que la de la primera; pero para abrir esta nueva galería es necesario aire para los trabajadores; entonces se usa un *ventilador*, cuyo movimiento cambia el aire corrompido, y hace lugar al que viene de fuera.

Como la luz que penetra en los subterráneos es muy escasa ó poco suficiente para dar claridad á los mineros, es necesario que se provean de luces artificiales; que son, ya un candelero puntiagudo que pueden meter en las grietas de las rocas y que atan á sus sombreros para tener las manos libres cuando bajan á las minas y se ponen á trabajar; ya lámparas de hierro cerradas y dispuestas de manera que no se pueda verter el aceite cualquiera que sea la posicion que se las dé.

Mas no se puede emplear este método, cuando la mina encierra gas hidrógeno, que detona por el contacto del fuego. Entonces se recurre á una rueda de acero que se hace girar rápidamente sobre un pedernal: el roce que resulta produce una luz suficiente sin comunicar fuego al gas; pero son mejor unas lámparas llamadas de *seguridad*, que están formadas por una tela metálica, por cuyos agujeros pasa la claridad, sin que el gas llegue á inflamarse.

Todos los trabajos de que acabamos de hablar son preparatorios, y no sirven mas que para conducir al criadero. Resta ahora hablar de la esplotacion ó laboreo que abraza, la estraccion del mineral y su saca fuera de la mina.

La estraccion se hace arrancando porciones mas ó me-

nos considerables, y dando al suelo en que se trabaja el aspecto de una escalera de peldaños muy anchos; esto es lo que se llama *trabajar en banqueta*. Se prefiere esta forma á cualquier otra, porque divide el terreno en muchas posiciones, en cada una de las cuales pueden trabajar uno ó dos mineros con facilidad sin estorbarse el uno al otro.

Estraido ya el mineral, es necesario sacarle del fondo de la mina. Se empieza por conducirle á uno de los pozos que tienen una abertura en la superficie de la tierra, y se sirven para conducirle de un *cangrejo* ó de cajas colocadas sobre cuatro ruedas, de las cuales las de adelante son mas pequeñas que las de atrás.

Esta disposicion facilita su marcha, y la hace menos fatigosa para los mineros; para hacerla todavía mas espedita hay á veces carriles de madera ó de hierro colado, de suerte que un trabajador solo puede conducir en el espacio de ocho horas mas de cincuenta quintales de mineral.

Cuando la galería es estrecha, como el choque del cangrejo contra las paredes podria causar hundimientos, se acostumbra, para impedir los tropezones del carro, hacer en medio de las galerías una ranura, en la cual se mete una barra de hierro fijada en medio del carro y que se llama *guia*; pero este medio no se emplea mas que cuando es indispensable, porque retarda mucho la rapidez del transporte. Si las minas son muy vastas, como las de Wielizka en Polonia, se introducen caballos para este fin. En otras hay canales en las que se transporta el mineral en barquichuelos, tales son las de Worsley en Inglaterra.

Cuando el mineral se halla en el fondo del pozo, se saca por medio de diferentes máquinas colocadas en la abertura superior de este último, y movidas por el vapor, agua, caballos &c. &c.

Sacado ya, todavía no es apropiado á los usos que se le destina si encierra un metal, pues tiene que sufrir

varias preparaciones antes de ponerle entre las manos del obrero que ha de trabajarle. La primera consiste en apartar el buen mineral del malo; en seguida se le quebranta para separarle de las materias térreas y pedregosas que le rodean, se muele con una máquina, se le lava con varias aguas, y en fin se funde para purificarle de nuevo.

Tales son los procedimientos que se emplean para estraer los minerales, cuyo estudio constituye un ramo de la mineralogia aplicada llamado *Minería;* asi como el de los que se siguen para purificar los metales usuales, destinados á las necesidades de la vida, forman otra parte de la misma ciencia, á la que se ha dado el nombre de *Metalurgia.*



PRIMERA PARTE DEL REINO INORGANICO.

Mineralogia.

Para llegar á distinguir los minerales es preciso recurrir al estudio de sus propiedades ó caractéres, los que pueden ser de diferentes especies: unos, esteriores ó *físicos*, que se perciben, ya directamente por los sentidos, ya empleando ciertos instrumentos ó medios que en nada alteran la naturaleza íntima de los cuerpos; otros, *químicos*, que por el contrario, no pueden apreciarse sin el ausilio de reactivos y de otros agentes que modifican ó cambian completamente la naturaleza de aquellos; y otros, en fin, *geológicos*, que resultan de la época y modo de formacion, y de la disposicion en que los minerales se encuentran en el seno de la tierra.

PRIMERA SECCION.

DE LOS CARACTÉRES FÍSICOS DE LOS MINERALES.

Como el exámen de las propiedades químicas ofrece bastantes dificultades, requiere no poca destreza y práctica, y altera mas ó menos los cuerpos que se ensayan, se procura todo lo posible caracterizar á los minerales por sus propiedades físicas. El número de estos caractéres es muy considerable, pero todos ellos pueden reducirse á los deducidos: 1.° Del estado de cristalizacion de los minerales; lo que abraza la consideracion de sus formas esteriores y superficie, la de las formas interiores ó estructura, y el aspec-

to que el interior del mineral presenta cuando se quebranta ó fractura ; 2.º De la densidad ó del peso específico ; 3.º De la resistencia que oponen á las acciones mecánicas ó sea dureza, tenacidad &c. ; 4.º De la accion que ejercen sobre nuestros sentidos, inclusas las cualidades ópticas ; 5.º De las cualidades eléctricas y magnéticas de los minerales.

CAPÍTULO PRIMERO.

DE LOS CARACTERES DEDUCIDOS DE LA CRISTALIZACION.

ARTÍCULO PRIMERO.

De la forma ó figura de los minerales.

Todas las sustancias minerales que pasan del estado líquido ó de vapor al de sólido toman, cuando ninguna circunstancia esterior viene á perturbar la colocacion y disposicion de sus moléculas, formas regulares ó geométricas llamadas *cristales.* Si por el contrario alguna causa llega á trastornar este arreglo ó colocacion, resultan masas mas ó menos irregulares, en las que muchas veces es imposible reconocer señal alguna de forma ó de estructura regular. Por consiguiente, la *cristalizacion* es la accion por la que se reunen ó aproximan las moléculas de los minerales, que se hallaban en estado de fluidez, para dar orígen á un sólido regular. La parte de la ciencia de los minerales que se ocupa de las figuras variadas y regulares con que estos se presentan, y de las leyes rigurosas y matemáticas que presiden á la formacion primitiva de los cristales y de las formas que de ellos se derivan, se llama *cristalografia.*

§. I.

De las formas regulares.

Un objeto de pasmo y de admiracion para las personas estrañas al estudio de las ciencias naturales, es la vista de las formas regulares y diversas con que se presentan las sustancias minerales cristalizadas naturalmente. Estas formas idénticas la mayor parte de las veces á los sólidos poliédros de la geometría, presentan con frecuencia planos, aristas y ángulos tan perfectos, que parecen ser el producto de la industria humana y trabajados por un lapidario. Tal es la sensacion que se esperimenta al ver los prismas hexágonos regulares terminados por pirámides de seis caras del cristal de roca; los cubos del espato fluor, de la galena y de la sal marina; los romboedros del espato de Islandia, y los octaedros del diamante.

Los antiguos habian ya observado y admirado muchas de estas formas regulares de los minerales, y entre otros las de cristal de roca y del diamante. Mas las consideraron como meros efectos de la casualidad, y esta opinion reinó hasta el último siglo. Linneo fué el primero que vió algo mas que un capricho de la naturaleza en un fenómeno que se reproducia constantemente de la misma manera; y sospechó que estas formas cristalinas podian depender de la naturaleza misma de las sustancias minerales.

Pero únicamente Romé de Lisle, reuniendo el mayor número posible de cristales de todas las sustancias, descubrió que las formas de estos cristales eran constantes en una misma sustancia, y que las variaciones que muchas veces esperimentaban podian todas referirse á un pequeño nú-

mero de formas sencillas y primitivas, de las que solo eran otras tantas modificaciones. Estas verdades han sido confirmadas, y se manifiestan sometidas á leyes rigurosas y matemáticas, segun los interesantes trabajos de Haüy, y las investigaciones mas recientes de Beudant y de Mistcherlich.

En toda especie de cristal se distingue, 1.º las *caras ó planos*; 2.º las *aristas, córtes ó líneas salientes* que resultan de la interseccion ó reunion de dos caras; 3.º en fin, los ángulos *sólidos, esquinas* ó puntos de union de las aristas.

Esto supuesto, en un cristal, las caras son de la misma especie, cuando son iguales entre sí y están en la misma posicion. Son al contrario de especie diferente, cuando no son iguales ó no tienen la misma posicion.

Dos aristas son de una misma especie, cuando resultan una y otra de la interseccion de dos caras semejantes y de la misma inclinacion. Son diferentes, si provienen de planos diversamente inclinados.

Igualmente, dos ángulos sólidos serán de la misma especie, si los ángulos planos que les constituyen son perfectamente semejantes entre sí. Así en un cubo todas las caras, todas las aristas y todos los ángulos son de la misma naturaleza. En un romboedro las caras opuestas lo son tambien; y entre las aristas y los ángulos sólidos hay unos que son de la misma, y otros de especie diferente.

Una vez establecidas estas nociones preliminares, para comprender las modificaciones que las cristales pueden esperimentar, es necesario admitir el axioma siguiente que es la espresion de casi todos los hechos.

En todo cristal, las partes de la misma especie son todas modificadas á la vez, y de la misma manera; las de especie diversa lo son diferentemente.

Constancia, variaciones y medida de los ángulos.

En una misma especie mineral ó en aquellas de sus variedades que presentan formas cristalinas particulares, los ángulos tienen constantemente la misma medida, y por consiguiente, las caras están siempre inclinadas de la misma manera unas sobre otras. Así el carbonato de cal cristalizado ó espato de Islandia cristaliza en romboedros. Sus ángulos obtusos son de 105,° y 5.′ y sus agudos de 74.° y 55.′ Los cristales de esta sustancia tomados en todas las localidades en que se pueden encontrar, presentarán constantemente la misma medida en sus ángulos. Esta figura no es pues el efecto de una pura casualidad, sino que depende evidentemente de causas que obran siempre del mismo modo.

Sin embargo, debemos advertir que esta constancia en los ángulos no se observa rigurosamente mas que en los cristales sometidos á una misma temperatura, y cuya composicion química es idéntica.

En efecto, resulta de las observaciones de Mistcherlich, que los cristales calentados á diferentes grados esperimentan algunos cambios en el valor de sus ángulos. Estos cambios son algunas veces en mas, otras en menos, y parecen depender de la dilatacion desigual que se verifica en estos cristales segun sus diferentes ejes. Semejantes variaciones son bastante ligeras, puesto que no esceden de 10′ á 12.′ de 0.° á 100.° pero pueden pasar de 20′ á la temperatura del aceite hirviendo.

Se ha probado igualmente por una infinidad de esperimentos, que la adicion, aun en pequeña proporcion, de otra sustancia en un cristal, modifica el valor de los ángulos, y que estos así modificados guardan en cierto modo el medio entre los ángulos propios de las sustancias mezcladas.

Por lo que acaba de decirse se echa de ver, que la medida de los ángulos es de la mas alta importancia en mineralogia, puesto que puede servir para caracterizar ciertas especies y conocer su estado de pureza. Para medir estos ángulos con precision, y por consiguiente para reconocer esactamente la forma de los cristales se valen de unos instrumentos llamados *goniómetros*.

El que mas se usa es el *goniómetro* simple ó de Garangeot, que consiste en dos hojas de acero ó alidadas A B, C D. (lám. III. fig. 1) reunidas por un eje E, al rededor del cual se puede hacerlas girar y resbalar por las muescas ó ranuras F G, H Y; lo que permite acortar las ramas que sirven para medir los ángulos, cuando los cristales son agrupados, poco salientes, ó engastados en una sustancia semejante ó diferente. El eje está provisto de un tornillo de presion que impide á las alidadas moverse cuando se las ha dado la longitud conveniente, y despues de haber medido el ángulo. Para tomar exactamente esta medida, es preciso aplicar estas dos láminas perpendicularmente á la arista. Se pone en seguida el goniómetro sobre un semicírculo de laton (lám. III. fig. 2), de modo que se haga penetrar el eje, que es un poco prominente, en un pequeño agujero C, colocado en el centro del semicírculo; un tornillo L, que hay en una de las hojas, pasa al través de la muesca A B del semicírculo, fija y mantiene todo en una posicion invariable. Entonces se mide el número de grados del ángulo formado por las dos ramas macizas de las alidadas, que es el mismo, como opuesto, que el formado por las otras dos cuando estas son demasiado cortas para llegar hasta las divisiones del semicírculo.

Ordinariamente el semicírculo graduado está dividido

en grados y nada es mas fácil que apreciar un cuarto de grado, pero con el objeto de obtener resultados mas exactos se ha perfeccionado este instrumento dividiendole en décimas. Para esto se han trazado en él 7 semicírculos concéntricos á igual distancia uno de otro, como en la (lám. III. fig. 2.) y tirado diagonales entre los dos semicírculos estremos de un grado á otro. La alidada señala entonces un grado exacto, ó el grado mas 10, 20, 30, 40 ó 50 minutos, segun que corresponde exactamente á uno de los radios trazados de grado en grado, ó á la interseccion de la diagonal con el 2.° 3.° 4.° ú 5.° semicírculo concéntrico; ó bien como los radios no estan señalados en todo el semicírculo, para evitar la confusion, la alidada marca el grado exacto ó el grado mas 10, 20, 30, 40 ó 50 minutos, segun que corresponde á las estremidades opuestas de dos diagonales inmediatas, ó á la interseccion mas aproximada de 180 gr. con el 2.°, 3.°, 4.° y 5.° semicírculo.

Con este instrumento bien construido con las modificaciones útiles que de él se han hecho, y poniendo bastante atencion para evitar movimientos ú oscilaciones al aplicar las alidadas y al llevarlas juntamente con el cristal delante del ojo, para juzgar de su exacta aplicacion, se pueden medir con bastante precision los ángulos de los cristales mas pequeños y apreciar ligerísimas diferencias.

Otros goniómetros hay para reemplazar á el de Garengeot; tales son el fijo de Adelmann, el de por reflexion de la luz de Malus, y el de Wollaston que si pueden ser mas exactos, tambien son mas costosos y complicados.

Formas cristalinas simples que se observan mas comunmente.

Las formas cristalinas mas comunes con que los cristales pueden presentarse son las siguientes:

1.° El *Tetraedro* sólido de cuatro caras triangulares (lám. I. fig. 12). El tetaedro *regular* es aquel cuyas aristas son iguales y está terminado por cuatro triángulos equiláteros; como se ve en el cobre gris y el zinc sulfurado que presentan esta forma.

2.° El *Paralelipípedo*, sólido compuesto de seis caras iguales y paralelas entre sí dos á dos, que comprende el *cubo*, sólido terminado por seis planos cuadrados á iguales, (lám. I. fig. 1); y el *Romboedro* sólido terminado por seis caras romboidales (lám. I. fig. 15), es decir de cuatro lados iguales, pero no perpendiculares; de donde resultan ángulos de valor desigual.

3.° El *Prisma* (lám. I. fig. 24), que es un sólido, terminado superior é inferiormente por dos figuras iguales y paralelas, y lateralmente por otros tantos paralelógramos como lados tiene. Las dos caras terminales son las *bases* del prisma, las laterales los *lados*.

El *prisma* es recto, cuando su eje es perpendicular á sus caras, y *oblicuo* (lám. I. fig. 31) cuando su eje no lo es.

Segun la figura de sus bases el prisma es, de *base cuadrada*, *rectangular*, *romboidal* ó en fin *paralelográmica oblicuangular*.

Segun el número de lados ó de caras laterales, el prisma puede ser *triedro*, *tetraedro*, *hexaedro*, *octaedro*, segun que presenta tres, cuatro, seis ú ocho lados.

4.° El *Octaedro* (lám. I. fig. 4), es un sólido de ocho caras triangulares, que representan en cierto modo dos

pirámides de cuatro caras aplicadas base con base. Es *regular*, cuando todos sus bordes son iguales, y se compone de ocho triángulos iguales. Segun la naturaleza de los triángulos el octaedro es de *triángulos escalenos*, cuando sus tres lados son desiguales, y de *triángulos isósceles* cuando dos de sus lados son iguales.

Segun la forma de la base el octaedro es de base cuadrada, romboidal ó rectangular.

5.° El *Dodecaedro* (lam. I. fig. 7), ó sólido de doce caras; estas pueden ser romboidales (dodecaedro romboidal), pentágonas (dodecaedro pentagonal), ó triangulares (dodecaedro triangular).

En fin, existen tambien poliedros de veinte y cuatro (lam. I. fig. 11) ó de cuarenta y ocho caras cuya figura varía tambien.

Reduccion de las formas cristalinas á seis tipos.

Cuando se recorre una coleccion mineralógica de alguna consideracion, llama la atencion el número prodigioso de formas variadas que presentan las sustancias cristalizadas naturalmente. Este número pasa de algunos miles; y en una sola sustancia, por ejemplo el carbonato de cal, el número de las variedades de las formas cristalinas observadas escede de 1400.

No obstante al examinar con cuidado estos numerosos cristales, que parecen tan diferentes, no se tarda en notar que hay un gran número que no son mas que modificaciones unos de otros, y que tienen en cierto modo una forma comun por base. Efectivamente las observaciones de los naturalistas, que se han ocupado de la cristalografia, les han conducido á referir todas las formas cristalinas posibles á seis formas fundamentales ó primitivas de que se engendran las secundarias, á saber: 1.° El *cubo*;

2.° el *romboedro*; 3.° el *prisma recto de base cuadrada* 4.° el *prisma recto de base rectangular*; 5.° el *prisma oblicuo de base rectangular*; y 6.° el *prisma oblicuo de base paralelográmica oblicuangular, ó el paralelipípedo irregular.*

Al conjunto de todas las formas que se refieren á uno de estos tipos, es á lo que se da el nombre de sistema cristalino. Así pues se dice sistema *cúbico*, sistema *romboédrico*, &c.

TIPO. I. *Sistema del cubo.* El cubo, (lám. I. fig. 1) es un sólido terminado por seis caras cuadradas é iguales, que tiene ocho ángulos sólidos, todos de la misma especie, y doce aristas tambien de la misma naturaleza.

Las formas secundarias principales que pertenecen á este sistema son, el *octaedro regular*, el *dodecaedro romboidal*, el *trapezoedro*, los sólidos *tetraedros* y los de *veinticuatro* y *cuarenta* y *ocho* caras. Estos diferentes sólidos se obtienen por la truncadura sucesiva de los ángulos y de las aristas del cubo. Así, si se reemplazan cada uno de los ocho ángulos del cubo, por otras tantas truncaduras igualmente inclinadas sobre cada una de las caras, se tendrá desde luego un sólido (fig. 2) de catorce planos, en el que se conocerá facilmente el cubo, del que solo es una modificacion muy ligera. Si se prolongan mas estas truncaduras, se obtiene otro sólido llamado cubo octaedro (fig. 3) en el que las caras primitivas del cubo son escesivamente pequeñas, y de esta forma al octaedro regular (fig. 4) no hay mas que un paso casi insensible. El octaedro regular, es decir el sólido de ocho caras triangulares equiláteras, se encuentra aqui formado por las truncaduras ó caras que han reemplazado á los ocho ángulos sólidos del cubo. Se puede igualmente pasar del octaedro al cubo, haciendo á los seis ángulos sólidos del primero truncaduras, que cortándose acaban por formar un paralelipípedo regular, que es el cubo.

Hagamos ahora á las doce aristas del cubo una truncadura (fig. 5) ó cara igualmente inclinada, y prolongando gradualmente estas doce caras nuevas (fig. 6), acabarán por formar un dodecaedro romboidal (fig. 7) ó un sólido de doce caras romboidales, es decir que cada cara es una figura de cuatro lados iguales, paralelos de dos en dos, pero no perpendiculares como los del cuadrado.

Si en lugar de reemplazar cada arista por una sola carita nueva se la sostituyen dos (fig. 8), se llega á obtener un sólido de veinte y cuatro planos (fig. 9), que presenta el aspecto de un cubo, en cuyas caras se eleva una pirámide de cuatro lados.

Tomando el octaedro regular ó el dodecaedro romboidal obtenidos y truncándoles sucesivamente sus ángulos sólidos y sus aristas, reemplazándoles por una ó muchas caritas, se pudieran conseguir un gran número de otras formas secundarias. Por ejemplo, el dodecaedro romboidal tiene veinte y cuatro aristas; si se truncan (fig. 10) se convierte en un sólido trapezoidal de veinte y cuatro caras (fig. 11), es decir, en el que cada una de estas es una figura de cuatro lados iguales, dos á dos, sin ser á paralelos. Este mismo sólido truncado en sus aristas formaria uno de cuarenta y ocho caras.

El tetraedro regular (fig. 12) es un sólido de cuatro caras triangulares iguales entre sí. Algunos le consideran como forma primitiva, pero tambien pertenece al sistema cúbico. En efecto, el octaedro regular que se compone de ocho caras triangulares iguales, es la reunion de dos tetraedros. El tetraedro puede tener sus ángulos y aristas truncadas, y con una sola truncadura (fig. 13 y 14) sobre cada uno de sus ángulos sólidos, pasa en seguida al cubo.

Un gran número de minerales pertenecen al sis-

tema cristalino cúbico, entre los que se cuenta el cloruro de sodio, los sulfuros de hierro y de plomo, el fluato de cal, &c.

TIPO II. *Sistema del romboedro.* Se llama romboedro (lám. I. fig. 15 y 16) á un sólido de seis caras romboidales, todas iguales y semejantes, dispuestas simétricamente al rededor de un eje que pasa por dos ángulos opuestos é iguales.

Las formas secundarias principales que se observan en este sistema, son el *prisma regular de seis lados* y el *dodecaedro de caras triangulares.*

Así, el prisma hexaedro (fig. 17) ó sólido de seis caras iguales terminado superior é inferiormente por dos figuras iguales y paralelas, proviene de dos especies de truncaduras hechas sobre sus ocho ángulos sólidos; á saber: una truncadura horizontal ejecutada en los dos ángulos que forman las dos puntas del romboedro, que constituyen las bases del prisma, y una truncadura perpendicular en cada uno de sus seis ángulos (fig. 18) laterales, que dan orígen á las seis caras del prisma; ó bien del reemplazo de las aristas laterales cuya proyeccion horizontal es un hexágono regular por una sola carita, como en la fig. 19, igualmente inclinada sobre las caras adyacentes. Estas caritas, prolongadas suficientemente, dan lugar á un prisma terminado por remates romboédricos (fig. 20) y al prisma hexágono simple, cuando se modifican estas estremidades por un solo plano.

El dodecaedro de caras triangulares (fig. 21) puede ser producido por diversas modificaciones del romboedro. Así, reemplazando cada una de las seis aristas laterales (fig. 22) por dos truncaduras inclinadas sobre el eje, una en un sentido y otra en otro, se llega por grados (fig. 23) á un sólido compuesto en cierto modo de dos pirámides opuestas base con base, que presentan cada una seis ca-

ras triangulares, cuyos tres lados son desiguales.

Cada una de estas formas secundarias puede estar dividida de diferentes maneras, y producir un gran número de variedades de formas todas derivadas del romboedro,

Este sistema cristalino es, sin contradiccion, en el que las formas secundarias pueden modificarse de mas modos. El carbonato de cal, que poco ha citamos y que pertenece al sistema romboédrico, es un buen ejemplo de esta verdad.

Entre las sustancias mas comunes que cristalizan en este sistema, se encuentran, ademas de la últimamente indicada, el cristal de roca, la esmeralda, &c.

TIPO III. *Sistema del prisma recto de base cuadrada.* El prisma recto de base cuadrada (fig. 24) es un poliedro terminado superior é inferiormente por dos superficies cuadradas, iguales y paralelas, que presentan lateralmente cuatro paralelógramos cuya longitud varia infinitamente.

Este sólido puede producir otros prismas, ya de cuatro, ocho (fig. 25), doce y aun diez y seis lados, segun que sus aristas laterales son reemplazadas por caritas que hacen desaparecer las caras primordiales; segun que estas caritas existen al mismo tiempo que los planos; ó en fin, segun que cada arista está reemplazada por dos caras igualmente inclinadas y en sentidos opuestos.

El prisma recto de base cuadrada, truncado (fig. 26) sobre las cuatro aristas de su base y las de su vértice, dá orígen al octaedro de base cuadrada (fig. 27).

Tambien las bases de los prismas y en particular del recto de base cuadrada, pueden ser reemplazadas ya por *biseles* ó *remates diedros*, que descansan sobre las aristas de las bases ó las de los prismas, ya por *apuntamientos* ó *remates piramidales*, que estriban igualmente sobre unas ú otras.

El oxido de estaño y el círcon pertenecen á este sistema cristalino.

TIPO IV. *Sistema del prisma recto de base rectangular.* El prisma recto de base rectangular (fig. 28) se diferencia del prisma recto de base cuadrada en que los ángulos de sus caras son iguales entre sí, al paso que sus lados son desiguales. En esta suerte de prisma, todos los ángulos son de la misma especie; pero hay tres clases de aristas; las cuatro laterales son iguales; las de las bases son de dos especies, á saber: las que corresponden á las caras mas anchas y las que pertenecen á las caras estrechas del prisma. Este sólido podrá dar orígen á cuatro especies de modificaciones.

Las cuatro aristas laterales modificadas por una sola carita formarán, persistiendo todavía las caras primitivas, un prisma octógono irregular. Si estas caras hubiesen enteramente desaparecido se tendrá un prisma recto de base romboidal (fig. 29).

Reemplazando las aristas de las bases por una sola truncadura, dan origen al octaedro de base rectangular (fig. 30), que es la forma primitiva del topacio.

Modificando ahora el prisma recto de base romboidal en las aristas de sus bases, formará el octaedro de base romboidal.

El azufre y el topacio hacen parte de este cuarto tipo de los sistemas cristalinos.

TIPO V. *Sistema del prisma oblicuo de base rectangular.* El prisma oblicuo (lám. III. fig. 31) es aquel cuyas bases no son perpendiculares á las aristas de los lados.

Las aristas laterales son semejantes, pero las de las bases son de tres especies, lo que multiplica el número de modificaciones posibles. Las formas principales de este sistema son el *prisma oblicuo de base rectangular*, que pasa

al octaedro oblicuo de base rectangular (fig. 32); y el *prisma oblicuo de base romboidal* (fig. 33), que proviene de la truncadura de las cuatro aristas laterales, y puede formar el octaedro oblicuo de base romboidal (fig. 34). Cada una de estas formas puede tambien producir otras muchas.

El sulfato de cal ó piedra de yeso, el feldspato, el anfibol y la piroxena, son ejemplos del quinto sistema cristalino.

TIPO VI. *Sistema del prisma oblicuo de base paralelográmica oblicuangular.* En este sesto tipo encontraremos las mismas formas secundarias, que en el sistema del prisma oblicuo de base rectangular; pero aqui las bases de los prismas y de los octaedros son *oblicuas* y de lados desiguales.

A éste sistema se refiere el sulfato de cobre, la axinita, &c.

Al terminar aqui esta esposicion sucinta de los seis tipos ó formas fundamentales de las sustancias cristalinas, y de las formas secundarias que pueden constituir por las modificaciones de sus ángulos y aristas, es de advertir que aunque una misma especie mineral pueda muchas veces presentar un gran número de estas modificaciones, por eso no cambia de naturaleza. Así el sulfuro de hierro, por ejemplo, se encuentra tan pronto en cubo, como en octaedro ó dodecaedro. Estas formas diferentes son simples variedades y no especies distintas.

Lo que no es menos notable es que á cada sistema pertenecen formas secundarias diferentes; de tal suerte que la inspeccion de las formas secundarias indica al mineralogista la forma fundamental de que estan derivadas.

Anteriormente se ha dicho que todos los cristales de una misma especie y de una misma formacion tenian constantemente el mismo valor en sus ángulos. Asi, dos es-

pecies diferentes que pertenecen al mismo sistema cristalino, si se esceptúa al cúbico, pueden presentarse bajo la misma forma; pero el valor de sus ángulos será diferente tambien. Por ejemplo el carbonato de cal y de magnesia cristalizan uno y otro en romboedros; mas en el primero el valor de los ángulos es de 105.° 5,′ y 74.° 55′ al paso que en el segundo es de 107.° 25′ y 82, 25. De este modo solo por el goniómetro, y sin recurrir á otro medio, pueden distinguirse los cristales de estas dos especies minerales.

Modificaciones no simétricas.

Todas las modificaciones que hasta aqui hemos descrito como susceptibles de verificarse en los seis sistemas admitidos son simétricas, pero existen ademas algunas formas escepcionales en el del cubo, romboedro, y prisma recto de base cuadrada, que no guardan esta simetría.

En el sistema cúbico las formas no simétricas son el *dodecaedro pentagonal*, el *icosaedro* y el *triacontaedro*. El primero es un sólido de doce caras pentágonas, del cual no se conoce en la naturaleza mas de una especie, diferente del de la geometría. Los pentágonos son todos irregulares. El icosaedro (fig. 35) está formado por veinte caras, de las cuales ocho son triángulos equiláteros y y doce isósceles. Tampoco se conoce mas de una especie. El triacontaedro (fig. 36), en su mayor regularidad, es un sólido de treinta caras cuadriláteras, de las cuales seis son rombos y veinte y cuatro trapecios, pero que á primera vista parece tener todas sus caras iguales, y deber referirse al sólido de treinta planos romboidales.

En el sistema romboédrico, hay dos grandes escepciones, una para el cristal de roca, y otra para la tur-

malina. En el primero los cristales prismáticos estan apuntados pero con las caritas del apuntamiento vueltas todas hácia uno de los lados del prisma. En la turmalina la falta de simetría se manifiesta de otro modo; unas veces los prismas hexágonos se combinan de modo que tan pronto el uno como el otro no presenta mas que la mitad de sus caras, y resultan prismas de nueve planos (fig. 37); en otros casos son romboedros que se encuentran en una de las estremidades del prisma y no en la otra; ó bien consiste en la modificacion de la punta por una sola cara perpendicular al eje (fig. 38), ó en fin, en modificaciones en los bordes.

En cuanto al prisma de base cuadrada, ofrece muy pocos ejemplos de falta de simetría, y aun estos son dudosos. Por lo comun son algunas caras modificantes opuestas sobre dos de las aristas laterales en lugar de ser sobre las cuatro.

Alteraciones de los cristales.

Si la materia tiende en general á tomar formas regulares, sucede algunas veces que estas formas son alteradas hasta el punto de desconocerse enteramente. En ciertos casos esta alteracion depende de que algunas caras se han ensanchado considerablemente con relacion á las otras, y á veces las han hecho desaparecer enteramente. Asi en el sistema cúbico se vé entre otras muchas figuras, que el octaedro regular puede tener algunas caras mucho mas anchas que las otras (fig. 39), las que pueden serlo tanto que solo queden reducidas á pequeños triángulos, ó bien ser dos tambien las que se ensanchen hasta reducir el sólido á una lámina delgada.

En el sistema romboédrico hay un gran número de alteraciones mas ó menos notables. Existen romboedros

reemplazados profundamente en su estremidad por una cara que se ensancha considerablemente, y que reduce el sólido á una lámina biselada en su borde. Tambien las hay en los prismas terminados por dodecaedros de triángulos isósceles ó en los dodecaedros de triángulos escalenos, &c., y en otros muchos sólidos que seria prolijo enumerar.

Cuando estas alteraciones dan cristales muy aplastados, muchas veces no llama la atencion la regularidad que queda en los cristales, y se dice que la materia se ha hecho laminiforme. Estas *láminas* pueden ser romboedros, prismas de todas especies, octaedros modificados en la punta, &c., cuyas dos caras opuestas son muy anchas relativamente á las demas. Las *tablas*, que no son sino unos prismas muy cortos ó rebajados, en los que las bases son mucho mayores que los lados, pueden considerarse hasta cierto punto como unas láminas gruesas. En otras circunstancias, no haciendo caso de la forma real, sino ateniéndose al primer aspecto, se dice que la sustancia es *acicular* ó en agujas y aun *capilar*. Estas especies de formas son romboedros ó dodecaedros ordinariamente escalenos y muy agudos, ó prismas de todas especies estremamente largos en proporcion á sus diámetros.

Si los cristales pueden alterar su forma y hacerse irregulares por el ensanchamiento considerable de algunas de sus caras, hay otra causa de alteracion que no es menos digna de interés. Algunas veces sucede que ciertos cristales, encontrándose modificados en sus aristas ó en sus ángulos sólidos por un gran número de caritas, ó teniendo en el momento de su formacion una tendencia á modificarse asi, se redondean en todas sus partes, y en lugar de producir formas regulares, no presentan mas que configuraciones *esferoidales*, *ovoideas*, *cilin-*

droideas y lenticulares, &c., en las que se distingue mas ó menos la forma que ha servido de tipo. Las configuraciones esferoidales provienen en general del sistema cúbico ó de cristales análogos de los otros sistemas; las ovoideas de dodecaedros escalenos modificados en sus puntas por romboedros y sobre los ángulos laterales por las caras de un prisma; las cilindroideas de cristales prismáticos de 6, 8 y 12 lados modificados en sus aristas por las caras de otros prismas; y las lenticulares de cristales naturalmente aplastados ó que se han hecho así por el ensanchamiento de algunas de sus caras; tales son los romboedros obtusos, los dodecaedros romboidales muy aplastados, &c.

Finalmente, los cristales presentan otro género de alteracion que no es inútil indicar; sus caras en lugar de ser planas y lisas, como se vé comunmente, se encuentran huecas ó escavadas en su medio, y presentan entonces una serie de láminas que decrecen sucesivamente con mas ó menos regularidad, como se vé en la fig. 40. Entonces solo estan bien conformadas las pequeñas porciones de caras adyacentes á las aristas. Esta suerte de alteracion se presenta ordinariamente en todas las caras de la misma especie; pero si el cristal, como sucede muchas veces, tiene caras de especies diferentes, todas las de una misma se halla in tactas, al paso que las demas estan escavadas.

Agrupamiento de los cristales.

Hasta el presente se han considerado las sustancias minerales como formando cristales aislados unos de otros y perfectamente distintos. Pero en la mayor parte de los casos no se encuentran así, sino que por el contrario estan reunidos ó agrupados de tal manera, que en

muchas circunstancias solo se ven libres algunas de sus partes; todo lo demas está confundido en una masa comun de la misma ó distinta naturaleza. Sin embargo, como en todas las formas cristalinas las caras y los ángulos tienen inclinaciones determinadas, esta confusion ó soldadura de los cristales se hace de cierta manera, algun tanto regular, y que varia segun la forma particular de los cristales. Así en todos los grupos de cristales, por estraordinarios que parezcan, se reconocen al examinarlos las siguientes leyes: 1.ª los *planos de union de dos cristales son siempre paralelos* á las *caras existentes* ó *posibles*: 2.ª *para que haya regularidad en un grupo* es preciso que *los cristales se reunan por caras ó lados homólogos* de la misma estension.

Algunas veces los cristales son muy poco prominentes y presentan solamente una superficie erizada de puntas; esta disposicion se denomina *drúsica*, porque el plano así cubierto de cristales se llama *druso*. Semejantes grupos de cristales, son muchas veces en forma de bolas ó *globuliformes*, de haces de varitas ó *bacilares* (fig. 41), de enrejados ó *reticulados*, constituidos por cristales *aciculares* ó *capilares*. Otras veces estos cristales finos se reunen en la superficie ó en lo interior de otros minerales afectando la forma de árboles, y entonces se distinguen con el nombre de *dendríticos* (fig. 49), palabra griega que quiere decir árbol. En otros casos ciertos cristales un poco voluminosos toman, pegándose la forma de una cresta de gallo y se llaman *encrestados*.

Tambien son grupos de cristales aunque mas regulares los que presentan algunos minerales como los de la fig. 43, y probablemente los de la fig. 44, cuyos ángulos entrantes se han atribuido á una semi revolucion ó media vuelta de las partes de un cristal á la que se ha dado el nombre de *hemitropia*; los de la estaurótida cuyos

prismas se cruzan de dos en dos, de modo que forman ya una cruz rectangular, ya oblicuángula (fig. 45 y 46), lo que se llama *macla*; y estas especies de pirámides huecas, cuadradas ó romboidales llamadas *tremias* (fig. 47), que parecen en cierto modo formadas por una serie de marcos aplicados unos sobre otros, que disminuyen sucesivamente de estension.

Causas del cambio de las formas en un mismo ó diferente sistema cristalino y del agrupamiento de los cristales.

Acabamos de hablar de los cambios de formas que pueden verificarse en los cristales de una misma especie mineral, ó en especies diferentes que pertenecen al mismo sistema cristalino. Todos estos cambios, se han esplicado por el truncamiento sucesivo ó á la vez de los ángulos sólidos y de las aristas de una misma forma fundamental. Este medio, aunque mecánico, nos ha bastado para demostrar con qué facilidad se puede pasar de una figura á otra, por una serie de formas intermedias.

Pero hay otro modo de esplicar estos cambios, que es el que se conoce desde Haüy con el nombre de *Teoría, de los decrementos.*

Todos los cuerpos inorgánicos están compuestos de partículas estremamente pequeñas llamadas átomos ó moléculas constituyentes. La tenuidad de estas moléculas es tál que se escapan á nuestra vista, y á todos nuestros medios de investigacion. Sin embargo, no puede ponerse en duda su existencia, y estas moléculas deben tener y tienen en efecto una forma cualquiera. Por el raciocinio y por los hechos se puede admitir que esta forma es regular, y que se refiere á uno de los poliedros mas sencillos de la geometría; puesto que se

vé que las sustancias minerales, liquidadas por el fuego, ó disueltas en un líquido, tienden constantemente cuando nada viene á perturbar la colocacion de sus moléculas á formar poliedros regulares ó cristales. Así pues los átomos de los cuerpos inorgánicos, seran, segun las especies, cubos, romboedros, prismas, &c.

Tómese la forma cúbica por punto de comparacion y el cristal se compondrá de una multitud de moléculas cúbicas dispuestas por capas ú hojas enteramente formadas de igual número de moléculas. Sumérjanse, por ejemplo, unos pequeños cristales de sal comun en una disolucion concentrada de esta sal, y se verá aumentarse su volúmen sucesivamente, porque á cada una de sus caras se añadirán nuevas capas de moléculas enteramente iguales, y cubrirán exactamente á las primeras. Por consiguiente la forma del núcleo no habrá cambiado, y solo se habrá aumentado el volúmen.

Pero supongamos ahora que estas nuevas capas que se añaden al nucleo cúbico, en lugar de tener exactamente las mismas dimensiones que las caras sobre que se aplican, se componen cada una sucesivamente de una fila menos de moléculas en cada uno de los lados. De aquí resultará necesariamente que todas las caras del cubo se terminarán por otras tantas pirámides de cuatro lados triangulares, y como estos decrementos se observan igualmente en cada una de las seis caras, se tendrá un sólido de doce romboidales, ó sea un dodecaedro romboidal.

Así se puede, partiendo del prisma ó de cualquiera otra forma fundamental, esplicar por decrementos análogos en las caras, en los ángulos ó en las aristas, por una, dos y aun tres filas de moléculas, las alteraciones que una misma especie mineral puede esperimentar en sus formas cristalinas.

Las esplicaciones que acabamos de dar, para mani-

festar la derivacion de las diversas formas de una primitiva, si bien convencen el ánimo, no indican en qué circunstancias, se verifican estos cambios en las formas, ni hacen comprender por qué una misma sustancia se presenta tan pronto en cubo, como en octaedro, dodecaedro romboidal ó trapezoedro.

Aunque las causas de las variaciones de las formas cristalinas, todavía no estan bien determinadas pueden reducirse á tres fundamentales, que obrando aislada ó juntamente con una ó mas de las otras, parecen producir esta multitud de formas, que una misma especie de sal es capaz de afectar.

Estas causas son:

1.ª Las *mezclas mecánicas de materias estrañas que un cuerpo en disolucion puede arrastrar en su cristalizacion*; en cuyo caso la forma cristalina es mas simple, que cuando el cuerpo, al cristalizar, se ha hallado sin estar interpuesta ninguna otra materia.

2.ª La *naturaleza del líquido en medio del que se forman los cristales de una sustancia*; naturaleza que puede variar por las materias sólidas, líquidas ó gaseosas tenidas en disolucion, y que son susceptibles de combinarse con la que cristaliza.

3.ª En fin, la *combinacion en proporciones variables de esta ó la otra sustancia con la que cristaliza.*

De lo dicho se deduce que un cristal debe conservar su forma siempre que el líquido, que le rodea y que le suministra nuevas moléculas, permanezca constantemente de la misma naturaleza; y cambiar, por el contrario, luego que este líquido por una circunstancia cualquiera llega á variar. Así, cuando en la naturaleza se observan muchas formas diferentes en un mismo grupo, que casi siempre estan sobrepuestas y pertenecen á épocas diferentes, se puede decir que la naturaleza del líqui-

do ha cambiado. Esta diferencia del líquido producida por tal ó cual materia que contiene, la diversa temperatura, y otras veces el distinto modo de obtener los cristales, ya por concentracion de una disolucion, ya por enfriamiento y consolidacion de un cuerpo líquidado por el calor, parecen ser las causas de que un cuerpo al cristalizar no solo cambie de formas secundarias, sino hasta de sistema.

Cuando por el arte se fuerza á una disolucion salina á cristalizar en medio de un depósito de una materia gelatinosa, se obtienen cristales aislados y perfectos, ó bolas cuya superficie está erizada de cristales. En circunstancias semejantes parece que se forman los cristales aislados y las bolas de cristales que encontramos en la naturaleza, pues en general se hallan en materias homogéneas que por lo comun tienen muy poca solidez; siendo algunas veces enteramente terrosas, lo que hace sospechar haberse hallado en cierta época en estado gelatinoso.

La produccion de los cristales grandes y pequeños se esplica con igual facilidad. Cuanto mas grande es el volúmen de la disolucion y mejor conducida la concentracion, mayores son los cristales, y viceversa. Esta es sin duda la causa de que los gruesos cristales naturales se encuentren en las grandes cavidades subterráneas, y los pequeños por lo general en las hendiduras. Sin embargo, hay un caso en que una disolucion de muy pequeño volúmen puede dar uno ó varios cristales grandes, y es cuando se obliga á la disolucion á cristalizar en un solo punto, disponiendo esta disolucion en una especie de tubo estrecho, que comunique por abajo con una pequeña cavidad, en la que el líquido pueda elevarse á grande altura. De este modo se esplica la presencia de algunos gruesos cristales en lo interior de ciertas cavidades pequeñas, cuyo espacio está muchas veces ocupado por uno solo; porque se puede imaginar

que estas pequeñas cavidades comunicaban, en el momento de la cristalizacion, con estrechas hendiduras en que el líquido podia ascender considerablemente.

¿Pero á qué son debidas las anomalías que ciertos cristales nos presentan en la simetría? porque los minerales cristalizan ya en formas regulares perfectas, ó en formas regulares alteradas ¿cuales son las causas que les determinan á agruparse regularmente, y á producir las trasposiciones y las hemitropias? Cuestiones son estas á las que es difícil responder, y sobre las que la esperiencia aun no nos ha ilustrado convenientemente. Pero entretanto que se consigue haremos algunas reflexiones.

Es bien sabido que para obtener cristales regulares es necesario el reposo del líquido, el abandono lento y gradual del disolvente ó del calor, una saturacion conveniente, á veces una temperatura determinada y el contacto del aire, sin que nada perturbe estos movimientos interiores, en virtud de los que se reunen las partículas sólidas.

Esto supuesto, lo que menos se esplica es la falta de simetría. Unicamente parece deducirse de los esperimentos de Beudant que la naturaleza del líquido ó de los cuerpos en él disueltos ó suspendidos tiene una grande influencia.

Las alteraciones de las formas regulares se conciben mejor; sí una disolucion despues de haber dado cristales queda sin evaporacion ó llega á dilatarse atrayendo la humedad de la atmósfera, los cristales ya formados son atacados, sus aristas y ángulos se redondean, y toda su superficie se pone rugosa. Este caso parece haber existido en la naturaleza, pues se ven ciertos cristales que indican, por el estado de su superficie, que un líquido les ha atacado, y que esta es la causa del aplastamiento y redondez de los cristales.

La cristalizacion en agujas puede depender del grado de temperatura de la disolucion, en el momento que el cuerpo cristaliza; pues existen sales que podemos obtener en agujas ó en cristales bien proporcionados; pero se ignora hasta qué punto pueden admitirse estas diferencias de temperatura en la formacion de los cristales naturales. Algunas veces se observan agujas en ciertas disoluciones demasiado concentradas, y aun hay sustancias que jamas se pueden obtener bajo otra forma.

Los cristales de caras huecas ó escavadas se forman en circunstancias mejor conocidas, es decir cuando la disolucion es muy concentrada, y la cristalizacion se verifica en medio de alguna materia terrosa. En este caso no resultan en cierto modo mas que esqueletos de cristales; solo las aristas estan bien formadas y las caras escavadas mas ó menos profundamente, que dejan ver una multitud de capas concéntricas, muchas veces separadas unas de otras por capas delgadas de la materia estraña. Es de presumir que los cristales naturales del mismo género, se han formado en circunstancias semejantes. Los cristales de roca en que se observan estos accidentes, se encuentran en medio de ciertas materias terrosas incoherentes, donde es probable que se han formado. Sin embargo, es de advertir que se forman tambien casos en que la disolucion es bastante pura, pero parece que este fenómeno solo se verifica en algunas sales que se pueden hacer cristalizar rápidamente por el enfriamiento de una disolucion muy cargada á la temperatura del agua hirbiendo.

Cuando la disolucion es igualmente muy concentrada, los cristales se agrupan unos sobre otros y las mas veces con irregularidad; con todo tambien sucede que los cristales pequeños se colocan unos sobre otros por sus caras homólogas, y resultan otros mas ó

menos voluminosos en que se distinguen los pequeños cristales componentes.

En cuanto á las circunstancias de los agrupamientos regulares con trasposicion ó hemitropia nada se sabe de cierto.

Finalmente, los agrupamientos dendríticos irregulares parecen ser debidos á diferentes causas; pero estas especies de agrupamientos se verifican particularmente cuando la disolucion de una sal es poco concentrada y el aire no es bastante seco para producir una evaporacion rápida; las sales trepan entonces sobre las paredes de los vasos y forman vegetaciones cristalinas que se ramifican de diversas maneras.

El mecanismo de esta formacion es bastante simple y muy fácil de observar: al principio se forman en las paredes del vaso, un poco encima de la superficie del líquido, algunos puntos salientes que son en seguida levantados ó empujados hácia fuera por moléculas materiales que vienen á colocarse debajo de ellos, y que son traidas por el líquido que la accion capilar introduce entre la pared del vaso y la costra cristalina. Asi se forma una primera y pequeña rama simple, sobre la que el líquido se eleva en seguida y produce algunos nuevos puntos cristalinos, que bien pronto son empujados fuera por las moléculas siguientes.

§. II.

De las formas accidentales é irregulares de los minerales.

No siempre las sustancias minerales se presentan á la vista con formas cristalinas regulares. Muchas veces por el contrario están en masas amorfas, en las que no

se reconoce vestigio de cristalizacion. Algunas veces sin embargo toman una apariencia de regularidad, otras llegan á tener la misma por una sustitucion, ó bien ofrecen formas que, aunque irregulares, son constantes para merecer nombres especiales segun los objetos á que se parecen. Por último, estas formas pueden ser tomadas de los cuerpos que cubren ó penetran.

Formas seudo-regulares.

Estas son las que no deben su regularidad sino á una especie de amoldamiento, que ha podido verificarse ó porque la sustancia ha encontrado vacío el sitio que habia ocupado primitivamente una sustancia cristalizada, ó bien porque la nueva ha destruido la antigua y se ha sustituido poco á poco; pero los seudos cristales ó falsos cristales que resultan son muy fáciles de conocer, porque sus aristas no son agudas y sus ángulos estan embotados, su fractura jamas es laminar, y su superficie es ordinariamente empañada y un poco áspera. A esta clase de formas seudo regulares deben referirse las que afectan algunas arcillas y margas en la retraccion que esperimentan al desecarse despues de haberse hallado en estado pastoso, pero mucho mas las que ofrecen los basaltos; estas antiguas lavas que al enfriarse y solidificarse se dividen, por grietas longitudinales, en prismas de tres á seis caras, que forman á veces una especie de columnas regulares.

Formas epigénicas.

Semejantes formas resultan de cambios en los principios constituyentes de un cristal, sin que haya perdido su forma. Así el sulfuro de plomo epigénico provie-

ne del fosfato de plomo; el fósforo y el oxígeno ceden su lugar al azufre. Estos cambios se verifican porque las materias se encuentran espuestas á la accion de vapores ó líquidos de diversa naturaleza, que tienden á producir la descomposicion. Haüy ha dado el nombre de *epigenia* á esta sustitucion de una materia por otra; pero esta voz que significa *engendrar sobre*, esplica mal lo que ha pasado, pues el nuevo cuerpo resulta de una sustitucion y no de una nueva formacion.

Formas imitativas.

Asi se llaman aquellas que presentan alguna semejanza con un objeto cualquiera. Es la forma *coraloidea ó coraliforme*, cuando se parece al coral. En este caso es debida á acumulaciones de pequeñas agujas, que estan como implantadas mas ó menos oblicuamente al rededor de un eje, y cuya reunion da lugar á pequeños cilindros que se anastomosan unos con otros y constituyen una masa ramosa é irregular. Es *filiforme* si se presenta en unos hilos retorcidos, que parecen haberse formado en la superficie de cuerpos porosos penetrados preliminarmente de líquidos que contienen una sustancia en disolucion y se concreta sucesivamente á la salida de cara poro. Si los hilos fuesen rectos y mas delgados seria *capilar*. La *celular* es la llena de cavidades mas ó menos grandes, que la dan cierta semejanza con las cavidades de los tejidos celulares animal y vegetal, cuya formacion es debida al desprendimiento de materias gaseosas que se han desarrollado en lo interior de la masa cuando aun estaba blanda, tales son ciertas lavas, ó á la destruccion de nódulos que antes las ocupaban, como en el silex cariado. Llámase *oolítica* á la de las masas mas ó me-

nos globosas, compuestas de capas concéntricas, sin duda formadas por fragmentos de piedras que suspendidas en las aguas incrustantes, se cubren de estas capas; *pisolítica* cuando los glóbulos son mas pequeños. Dáse el nombre de *cantos rodados* á los fragmentos de rocas, que despues de haber sido largo tiempo arrastrados y agitados por las aguas, tienen sus ángulos desgastados y una forma irregularmente redondeada. Otras veces la forma es *reniforme* ó *nodular*, cuando tiene una figura análoga á la de los riñones, ó mas ó menos redonda; pero no por la misma causa que los cantos rodados, sino por la resistencia que las materias, en medio de las que las partículas de la sustancia se han encontrado, han opuesto por su consistencia á su agregacion cuando estas partículas se han reunido en virtud de la atraccion molecular; sin poder formar grupos globosos de cristales, porque se encontraban en estado de jalea. Algunas veces estas masas suelen estar huecas y entonces se llaman *geodas*; otras la cavidad interior de la geoda está llena de cristales muy regulares y esteriormente son formadas de materias terrosas y amorfas. Cuando no hay mas que hemisferios en número indeterminado inmediatos unos á otros la forma es *mamelonada*; pero si las porciones globosas son mas enteras, se dice que es *botrioidal* ó *ubiforme* ó en forma de racimo. Estas mismas formas mamelonadas y botrioidales son con frecuencia producidas por los sedimentos que dejan las aguas que caen sobre el suelo. Cuando estos pezones adquieren cierta altura se llaman *estalagmitas*; en las bóvedas subterráneas de donde caen estas gotas se forma un sedimento igual, y en masas á veces muy voluminosas, cilíndricas y conoideas á las que se da el nombre de *estalactitas.* Con frecuencia estas concreciones son huecas, porque las primeras gotas han

hecho el depósito de la materia que contenian en su superficie, y por consiguiente, una especie de tubo á lo largo del cual se han ido haciendo sedimentos sucesivos; en este caso se les da el nombre de *fistulosas.*

Formas seudo-mórficas.

Sin duda se ha querido decir falsas sustancias, y se ha dicho falsas formas; pero con este nombre se designan las que algunos minerales presentan muchas veces tomadas de otras sustancias á las que han reemplazado. Tales son las que resultan de penetrar materias líquidas ó pastosas en lo interior de un molde dejado vacio por la destruccion de un cuerpo organizado, cuyo lugar han ocupado, y cuya figura y aspecto presentan. El mismo resultado puede tambien obtenerse por la *petrificacion.* Así, ciertas materias organizadas, como, por ejemplo, la madera, metidas en el seno de la tierra pueden haber sido penetradas poco á poco por líquidos cargados de moléculas pedregosas, que acaban por reemplazar á la materia orgánica. Pero lo notable es, que esta materia inorgánica, ya *caliza*, ya *silicea*, presenta la misma disposicion de partes que el cuerpo organizado á que ha reemplazado. Por esto en la madera petrificada se reconoce la estructura fibrosa propia de este órgano, y aun se distingue muy fácilmente la estructura particular del leño de los troncos de los árboles monocotiledones y dicotiledones. No se conoce ejemplo alguno de frutos pulposos petrificados; pero se han encontrado nueces y piñas de coníferas, &c.

El reino animal nos ofrece igualmente ejemplos de petrificacion. En general solo persisten las partes duras, como los huesos, dientes y las conchas de los moluscos; todas las partes blandas se destruyen. Sin embargo se

encuentran algunos animales carnosos, como los alciones y otros pólipos en los que no entra ninguna parte dura, y que se han conservado perfectamente.

Las *incrustaciones* no hacen mas que cubrir los cuerpos con una capa que á veces es tan gruesa que enmascara su figura.

ARTÍCULO II.

De la superficie esterior de los minerales.

El aspecto de la superficie esterior de los minerales tiene bastante relacion con el estado de su cristalizacion, pues generalmente en los cristalizados y de formas regulares es bastante *lisa*, como puede juzgarse por la vista y el tacto en el espato fluor y en el espato calizo. Por el contrario es *desigual*, es decir que presenta pequeñas eminencias y depresiones poco regulares, si el cuerpo no está cristalizado, como la calcedonia y la galena. Por lo demas pueden ser éstas desigualdades redondeadas, muy pequeñas y unidas, recargadas en forma de escamas ó dispuestas en series lineales ó estrias que corren en una ó muchas direcciones, lo que constituye las variaciones de superficie *granuda*, *áspera* ó *escabrosa*, *escamosa* y *estriada*.

Esto tocante á los cuerpos sólidos, que en los que se encuentran en un estado de desagregacion el aspecto de las partículas solo puede ser: *pulverulento*, cuando se halla en polvo sutil; *escamoso* ó *granudo* si estan en escamas ó en granos muy pequeños.

ARTÍCULO III.

De la estructura de los minerales.

La estructura de los minerales, es decir, la disposicion respectiva y la colocacion de las partes que los componen, puede ser regular ó irregular.

Estructura regular.

Llámase asi aquella en que las moléculas al tiempo de colocarse se han dispuesto de modo que presentan una perfecta simetría; en este caso se hallan las sustancias cristalizadas regularmente, de suerte que estructura regular y estructura cristalina son una misma cosa.

Esta estructura puede conocerse por dos caractéres, la forma geométrica de que ya hemos tratado, y la division mecánica.

Estando los verdaderos cristales compuestos de filas de moléculas formando hojas sobrepuestas, la estructura en ellos tiene siempre que ser hojosa y laminar en ciertos sentidos, y se concibe que estos cristales deben por la accion de los agentes mecánicos dividirse mas fácilmente en el sentido de la sobreposicion de estas láminas que en cualquier otro. Esta propiedad interesante, que es á lo que se ha llamado division mecánica, fue primero conocida de los lapidarios que labran el diamante, que de ningun otro. Por medio de ella se pueden reducir los cristales de la misma sustancia desde la forma mas modificada, á la que les ha servido de núcleo ó sólido fundamental ó sea *forma primitiva.* Algunos cuerpos dan inmediatamente esta forma á veces por la simple percusion con un martillo, dividiéndose en fragmentos re-

gulares; tales son los cristales de plomo sulfurado ó galena, en el que son cúbicos, y los del espato calizo ó carbonato de cal romboédricos.

Sin embargo, no todos los cristales se prestan fácilmente á la division mecánica. Hay algunos en quienes es casi imposible esta division regular; en otros la percusion produce simplemente hendiduras ó rajas ligeras en el interior mismo del cristal; estas hendiduras corresponden siempre á sus caras naturales, de suerte que por la direccion de sus estrias ó los reflejos de luz que producen, sirven para dar á conocer su direccion. En las materias muy duras, por ejemplo, el cristal de roca, hay otro medio para hacer sensible la direccion de las junturas de las láminas: despues de calentar mucho el cristal, se le sumerge rápidamente en agua fria. El cambio repentino de la temperatura da lugar á la formacion de rajas ó fisuras que indican las junturas naturales.

Otras sustancias son incompletamente divisibles de un modo regular; es decir, que no se pueden poner á descubierto mas que un cierto número de planos de su forma primitiva. Sin embargo, se puede conocer esta misma forma primitiva por medio de aquellos, y distinguir estas de otras especies acabándola por el cálculo. Así, por ejemplo, el feldespato, el anfibol y la piroxena tienen todos tres, por forma primitiva, un prisma oblicuo de base romboidal. Estas tres sustancias, tan abundantes en la naturaleza, son de division incompleta, pero que basta sin embargo para distinguir una de otra. El feldspato presenta dos caras, una paralela á la base del prisma y otra paralela al eje; el anfibol ofrece caras paralelas á los lados, pero ninguna paralela á las bases; en fin, en la piroxena las caras paralelas á las bases son las que se obtienen con mas facilidad. Algunas

veces por el contrario los cristales son divisibles en mas direcciones que las necesarias para obtener la forma primitiva que entonces es dificil determinar; en este caso se elige la forma resultante de la division por los parages en que ofrece mas facilidad, y cuyas caras son entonces consideradas como esenciales, y las demas como supernumerarias.

La resistencia que oponen los cristales á la division mecánica es muy variable; en ciertos minerales es tanta la facilidad, que la uña basta para ejecutarla Por lo comun se obtienen los fragmentos con pequeños martillos (lám. III. fig. 3), con los que se percute, colocando el mineral en un pequeño tejuelo de acero ligeramente cóncavo por un lado (lám. III. fig. 4).

Estructura irregular ó de las masas amorfas.

Cuando la cristalizacion es confusa ó la aglomeracion de las moléculas es sin órden, la estructura se hace irregular. Esta especie de estructura se ha llamado por algunos tambien *testura*. Se manifiesta con la mayor evidencia en las sustancias que no presentando ningun vestigio de cristalizacion, constituyen masas terrosas y sin formas determinadas: entonces se dice que la estructura es *compacta*. Si la sustancia es brillante, trasluciente y semejante á una masa de vidrio, es *vidriosa*: tal es la de una masa de cuarzo.

Pero las mas veces en los minerales de estructura irregular se encuentran todavía señales mas ó menos manifiestas de una cristalizacion confusa; unas veces son láminas, otras fragmentos de cristales diversamente agrupados que constituyen otras tantas especies de estructura irregular. De aqui emanan las espresiones siguientes.

Es la *estructura laminosa*, cuando está formada por

pequeños cristales laminosos que se cruzan irregularmente; tales son la galena compacta, la piedra de yeso y ciertas especies de talco; *sacaroidea*, si las laminillas son estremamente pequeñas, de modo que la masa se asemeja á un pedazo de azúcar, por ejemplo la variedad de carbonato de cal que forma el mármol estatuario; *pizarrosa* ú *hojosa*, cuando las láminas son mayores y mas fáciles de separar unas de otras, como en las pizarras, mica y yeso cristalizado; *estratiforme*, la constituida por capas bastante gruesas y sobrepuestas, no separables y muchas veces de colores diversos, como en las ágatas ónices; y *fibrosa* la que resulta de la agregacion de una multitud de pequeñas fibras ó cristales prolongados sumamente finos, paralelas, cruzadas ó divergentes y partiendo de un mismo centro, como en el hierro piritoso radiado. En este último caso la estructura es *fibrosa radiada*. Algunas veces las fibras son sedosas como en la malaquita, ó flexibles como en el amianto.

Se llama *estructura granulár* ó *granuda*, la compuesta de granos ó pequeños cristales irregularmente redondeados y reunidos, como se vé en ciertos granitos; *oolitica*, si se parece á la estructura granuada, pero con la diferencia de que los granos son compuestos de capas concéntricas sobrepuestas, por ejemplo el hierro en granos: *ampollar ó porosa*, cuando la masa presenta pequeñas cavidades irregulares; y en fin, la *estructura orgánica* es la de los cuerpos petrificados, por ejemplo la madera, en los que se puede reconocer su organizacion.

Asi como los cuerpos cristalizados presentan mas ó menos resistencia á dejarse dividir, del mismo modo las masas amorfas ofrecen un grado muy variable de solidez, desde una coherencia difícil de vencer hasta un estado de soltura ó desagregacion; es decir, en el estado de arena ó de granos mas ó menos gruesos, que de ningun modo están

unidos entre sí, ó á lo mas como los de la tierra, de donde proviene el epiteto de *estructura terrosa.*

ARTÍCULO IV.

De la fractura.

La fractura de los minerales, ó el aspecto particular que presenta su superficie interna ó la de sus fragmentos cuando se han quebrado en un sentido inverso al de sus junturas naturales, suministra caractéres bastante buenos para distinguir las especies. Estos caractéres están constantemente en relacion con la estructura de la sustancia que se examina. Asi cuando la estructura es regular ó cristalina, la fractura presenta un aspecto que es siempre la espresion de esta estructura; y es entonces laminosa, hojosa; fibrosa, sacaroidea, &c. Solo cuando la sustancia presenta la estructura irregular y *compacta*, la fractura recibe nombres especiales que vamos á dar á conocer aqui.

1.° Relativamente á la forma:

La fractura es *concóidea*, que otros llaman *conchoidea*, cuando uno de los fragmentos es cóncavo y el otro convexo, con estrias concéntricas de modo que recuerda el aspecto de ciertas conchas bivalvas; por ejemplo, el pedernal. Es al contrario *llana* ó *plana*, si ofrece una superficie lisa, tal es la piedra litográfica. Llámase *astillosa*, cuando presenta grandes desigualdades en líneas rectas puntiagudas, parecidas á las astillas de los leños ó á las esquirlas de los huesos; *áspera*, si tiene desigualdades pequeñas; y *ganchosa*, aquella en que las desigualdades son muy chicas y encorvadas en forma de gancho, como en los metales.

2.° Por su aspecto:

Es *vidriosa* como en el cristal de roca; *resinosa*, cuando presenta el aspecto de una *resina*, v. g. el cuarzo *resinito*; *cérea*, la parecida á la cera, como en cierto petrosilex; y *térrea*, por ejemplo, en las cretas y las margas.

CAPÍTULO II.

DEL PESO ESPECÍFICO.

Todas las sustancias minerales tienen una pesantez particular que, en general, es fija en cada especie y varia por cada una de ellas. Puede pues servir para caracterizarlas y distinguirlas unas de otras.

Se entiende por peso específico de un cuerpo, la relacion que existe entre su peso y el de otras diversas sustancias bajo un volúmen determinado. En general, se toma el agua destilada como punto de comparacion para determinar el peso específico de las demas sustancias, y se representa su peso por la unidad. Por esto, si un volúmen de agua destilada pesa uno, el mismo volúmen de plomo pesará 11,352, y el mismo volúmen de oro 19,257. De donde se deduce que el plomo pesa 11 veces y algunas fracciones mas que el agua destilada, y el oro diez y nueve y algo mas. Para conocer el peso específico de un cuerpo se pueden seguir varios procedimientos, el mas sencillo es el siguiente:

Se toma un frasco de tapon bien esmerilado lleno de agua destilada y se tapa con su tapon de vidrio, que para entrar ha debido desalojar toda el agua con que espresamente se habia llenado hasta la boca. En seguida se enjuga bien, y se coloca en uno de los platillos de una balanza comun, pero bien sensible, y á su lado el cuerpo cuyo peso se desea conocer; en el otro platillo se ponen para establecer el equilibrio los pesos ne-

cesarios, sirviéndose, por ejemplo, de perdigones, plomo ó pedacillos de cualquiera otro metal; despues se quita el cuerpo de peso específico desconocido, y es necesario para conservar el equilibrio poner en su lugar pesas bien exactas, cuya suma da el peso del cuerpo. Hecho esto se saca el frasco, se destapa y se mete en él el cuerpo objeto del esperimento, teniendo cuidado que no quede ninguna barbuja de aire; se vuelve á colocar el tapon, que hace salir el agua cuyo sitio ha ocupado el cuerpo; se enjuga, se vuelve á la balanza, y se establece el equilibrio por medio de pesas, cuya suma da el peso del agua que este cuerpo ha desalojado del frasco, y que es exactamente del mismo volúmen.

Pero el medio mas generalmente usado, es el de pesar alternativamente el cuerpo en el aire y en el agua por medio del aerómetro ó gravímetro de Nicholson. Este instrumento es una especie de cilindro metálico hueco, terminado superiormente en una varilla ó espiga que lleva en su estremidad un pequeño disco ó platillo ligemente cóncavo: en esta varilla hay una raya negra circular, y en la estremidad inferior del cilindro se encuentra suspendido un pequeño cono metálico invertido, lastrado de modo que el instrumento quede perpendicularmente sumergido en el líquido, flotando sin embargo, una parte del cilindro.

Cuando se quiere hacer uso de este instrumento, se le coloca en un vaso de agua destilada, despues se ponen sobre el platillo los pesos necesarios para sumergir el instrumento hasta la raya circular de la varilla. En seguida se quitan estos pesos cuya suma se ha notado, se pone el cuerpo sobre el disco y se añaden los pesos necesarios para volver á sumergir de nuevo el aerómetro hasta dicho punto. La diferencia entre este segundo pe-

so y el primero, es necesariamente el del cuerpo pesado en el aire. Luego, dejando los pesos añadidos en el disco, se pone el cuerpo en la base del cono, y se le sumerge en el agua. El instrumento no se introduce entonces hasta la raya circular, porque el cuerpo sumergido en el agua, ha perdido otro tanto de su peso como pesa el volúmen de agua que ha desalojado, y en este caso es necesario añadir en el disco para conseguir la sumersion cierto número de pesos. La suma de estos últimos es el peso de un volúmen de líquido igual á el del cuerpo, cuyo peso específico se ha querido conocer. Dividiendo luego el peso del cuerpo en el aire, por la perdida que ha esperimentado en el agua, el cuociente espresa la relacion que existe entre el peso específico del cuerpo y el del agua á igualdad de volúmen.

El mismo resultado se obtiene pesando primero en la balanza hidrostática comun, y sumergiendo luego el cuerpo en agua destilada, atado con un cabello al platillo en que se ha pesado. La teoría tambien es la misma.

Si el cuerpo en cuestion fuese menos pesado que el agua, seria menester mantenerle en la cubeta ó cono del gravímetro por una rejilla, mediante un tornillo ó cualquier otro medio que sea parte integrante del instrumento, con la diferencia de que los pesos que deben añadirse en el disco son mayores de lo que pesa el cuerpo; v. g. si el cuerpo pesa 60 granos, y cuando se sumerge se han de añadir 80 en el disco, la proporcion será $80 : 60 :: 1 : X = \frac{60}{80} = 0,75$: peso específico del cuerpo.

Si el fósil ó cuerpo, cuyo peso específico se examina, es alterable por el agua, es preciso valerse de otro líquido para verificarlo. Y para comparar este esperimento con el que se hace en el agua, debe pesarse el gravímetro y sumarse con este peso el que se requiere para hundirlo debidamente en el agua; tambien debe sumarse

el peso absoluto del gravímetro con el peso necesario para sumergirle hasta el mismo punto en el otro líquido, y entonces se comparan estas sumas estableciendo las proporciones siguientes. Suponiendo que un fragmento de una sal pesa 300 granos, y que metido dentro de un líquido que es incapaz de alterarla pierde 100 granos de peso; que el gravímetro pesa 800 granos, que se necesitan 160 granos para sumergirle convenientemente en dicho líquido hasta la altura conveniente y 400 granos para hundirlo del mismo modo en el agua, se tendrá $800+160=960$, $800+400=1200$. Luego haremos esta proporcion: $960:1200::100:X=\frac{1200 \times 100}{960}=125$, pérdida que el cuerpo esperimentaria de peso dentro del agua. Entonces se hace la otra proporcion; $125:300::1:X=\frac{00}{125}=2,4$, peso específico de la sal objeto del esperimento.

Hay minerales que colocados en el agua' embeben una cierta porcion de dicho líquido, como la zeolita. Se conoce esta propiedad cuando colocado el cuerpo en la cubeta, se ve descender el gravímetro despues que habia ya subido y no obstante de tener la misma carga. Entonces se aguarda que se complete la imbibicion, lo que se conoce en que el instrumento queda estacionario. En este caso se hace la operacion del modo comunmente empleado. Despues se busca la cantidad de agua que ha chupado el cuerpo con solo sacarle de ella, enjugarle ligeramente, pesarle en el aire, y comparar este peso absoluto con el anteriormente conocido. Esta cantidad de agua embebida debe sumarse con la pérdida de peso que el cuerpo ha esperimentado en el agua, para conocer la perdida real que hubiera tenido, á no haber admitido dicho líquido entre sus poros; y con ella se ejecuta el cálculo por el método prescrito.

Cuando el peso específico ha sido tomado con todas

las precauciones que exige la operacion es un carácter de bastante valor, pero es raro que pueda servir por sí solo para distinguir dos sustancias.

CAPÍTULO III.

DE LA RESISTENCIA QUE OPONEN LOS MINERALES Á LAS ACCIONES MECÁNICAS.

Dureza.

Es la resistencia que opone una sustancia cuando se la quiere rayar, cortar ó pulverizar, pero sin choque. Para rayar se emplea la uña, el yeso, el carbonato de cal cristalizado, el vidrio, una punta de acero, el cristal de roca y el diamante. Mohs, que ha estudiado con estension la dureza de los minerales, considera en ella diversos grados representados por el talco, yeso, espato calizo, apatito, feldspato, cuarzo, topacio, corundo y diamante. La raya es uno de los mejores modos de reconocer los minerales no cristalizados, pero es muy fácil equivocarse sobre este carácter, porque queriendo rayar la que se cree mas dura, si lo es menos, esta dejará quizás una señal pero que será debida á un polvo que proviene de la sustancia con que se ha frotado aquella cuya dureza se queria esperimentar; para asegurarse bien se pasa el dedo mojado sobre la raya: por este medio se quita el polvo, y se puede ver si hay grabada una línea.

Uno de los medios muy usado para espresar de una manera general la dureza de un cuerpo, es decir, que produce chispas ó no con el eslabon. De este modo puede distinguirse fácilmente un pedazo de cristal de roca de otro de yeso ó de espato calizo, porque el primero da chispas al golpe del eslabon, y los otros dos no.

Tenacidad.

Es la fuerza mas ó menos grande con que un cuerpo resiste al choque cuando se le quiere romper. Esta propiedad no debe confundirse con la dureza. Hay sustancias, que aunque muy duras, son muy poco tenaces y aun frágiles; es decir, que se dejan fácilmente romper. Asi la piedra pomez que se emplea para pulir el acero, se rompe con mucha facilidad, lo que depende de su porosidad; el diamante, que es el cuerpo mas duro que se conoce, es tambien poco tenaz.

En general, la tenacidad es un carácter de poco valor, porque no es facil valuar exactamente la fuerza empleada en el choque.

La blandura y la fragilidad son las dos propiedades opuestas á las dos indicadas.

Raspadura y raya.

Cuando se rayan ó raspan los minerales con un cuerpo duro cualquiera, resulta un polvo cuyo color y lustre son á veces diferentes y varian segun las especies; así de tres sustancias que se parecen mucho esteriormente, las hematites roja y parda que son óxidos de hierro anhidro é hidratado, y ciertos óxidos de manganeso, presentan raspaduras que les hacen distinguir fácilmente; la de la primera es roja, la de la segunda amarilla, y la de la tercera es de color pardo casi negro. Tambien se entiende por raspadura ó raya la señal que queda, cuando se ha quitado el polvo, producida por un cuerpo mas duro que el mineral que se examina; esta unas veces es brillante y otras empañada. En algunas circunstancias se desarrollan por la raspadura olores par-

ticulares, como el urinoso, el de criadilla de tierra, á huevos podridos, &c.

Tiznadura.

Así se llama la mancha que ciertos minerales dejan cuando se les frota sobre cuerpos blancos, como el papel, los dedos ó la porcelana. Antiguamente se hacian dos clases de estos cuerpos: los que manchaban, pero sin poder servir para escribir, y la de los que tenian la propiedad de manchar y de escribir.

Flexibilidad y Elasticidad.

La flexibilidad es la propiedad que tienen las sustancias minerales de dejarse doblar sin romperse, y de conservar la forma que se les ha dado. Este carácter es muy manifiesto en un gran número de metales, como el oro, plata, plomo y estaño. El amianto goza tambien de una flexibilidad tal que parece en cierto modo hilos de seda.

Pero cuando el cuerpo despues de ceder al esfuerzo que tiende á encorbarle ó doblarle recobra su primera forma, entonces será al mismo tiempo flexible y elástico, como el acero templado y la mica, en lo que ésta se diferencia del talco á que se parece. Muchas sustancias minerales reducidas á láminas mas ó menos delgadas, presentan esta propiedad, que no se percibe cuando estan en grandes masas.

Ductilidad y Maleabilidad.

La ductilidad es la propiedad que tienen ciertas sustancias de estenderse fácilmente en hilos cuando se esti-

ran en dos direcciones opuestas. La maleabilidad es la de adelgazarse en láminas ú hojas por la accion del martillo ó del laminador. Estas dos propiedades están muy desenvueltas en ciertos metales: varios son muy maleables y poco ductiles, como el plomo; otros muy ductiles y poco maleables, por ejemplo el hierro; al paso que algunos poseen ambas cualidades en el mas alto grado, tal es el oro.

CAPÍTULO IV.

DE LA ACCION DE LOS MINERALES SOBRE LOS SENTIDOS.

La impresion que producen sobre el tacto es de tres especies, la crasitud, la frialdad y el apegamiento á la lengua; la que ocasionan sobre el gusto, olfato y oido se reduce al sabor, olor y sonido; pero la que escitan con la intervencion de la luz, ó sean propiedades ópticas, es mas variada, pues comprende la trasparencia, la refraccion, el color y el lustre.

Crasitud ó untúosidad.

Hay cuerpos que son *suaves al tacto*; tales son las diversas especies de talco; otros parecen *untuosos, crasos y jabonosos* como la esteatita, el sulfuro de molibdeno, el carburo de hierro y las arcillas mojadas. Los hay tambien, por el contrario, que presentan cierta aspereza y aridez en su masa ó en su polvo: tales son la piedra pomez y muchas lavas celulosas. Estos últimos cuerpos se llaman *áridos*.

Frialdad.

Así se llama la impresion mas ó menos fuerte de frio que se esperimenta cuando se pone un mineral en

la mano; el frio producido por el cristal de roca es mucho mas sensible que el que produce el vidrio ó el cristal artificial.

Apegamiento de la lengua.

Es la facultad que tienen ciertos minerales de absorver repentinamente la humedad de este órgano y de pegarse con bastante fuerza, de modo que es preciso un ligero esfuerzo para desprenderlos de él. Esta propiedad es particular á las margas y en general de las sustancias arcillosas secas.

Sabor.

Todos los cuerpos solubles y especialmente las sales afectan el órgano del gusto en razon del sabor que les es propio. Así el amargor es propio de la magnesia sulfatada; el sabor azucarado se encuentra en las sales de base de plomo; el metálico y escesivamente astringente se nota en el sulfato de hierro, de zinc y de cobre; en fin, el sabor salado es peculiar del muriato de sosa.

Olor.

Los olores de los minerales pueden distinguirse en *propios y accidentales.* Los primeros son los que pertenecen á los cuerpos en que se observan, y que por consiguiente les caracterizan; tal es el olor sofocante del amoniaco, el del ácido sulfuroso, el del cloro, &c. Ciertos cuerpos tienen que ser frotados para manifestar su olor como el succino, el azufre, el pedernal, &c.; y otros calentarse como el arsénico. Algunas veces basta la humedad del aliento para desenvolverle en ciertas sustan-

cias, como se observa en las arcillas, y en general en un gran número de minerales en el estado terroso.

Los olores accidentales pueden ser debidos á causas muy diversas. Algunas veces dependen de otras materias que los cuerpos tienen casualmente; tal es el de ciertos leños bituminosos, y el de la piedra caliza negra ó hedionda.

Sonido.

La propiedad de hacer vibrar el aire y de producir sonido por el choque pertenece esencialmente al reino mineral, pero solamente á ciertos metales y mas particularmente á ciertas aligaciones. En cuanto á los minerales propiamente dichos, muy pocos gozan de una sonoridad especial; porque á escepcion de la fonolita de que en China se sirven como de campanas, de las pizarras y algunas rocas que se dividen en tablas ó en hojas delgadas, cuyo sonido es bastante notable, los demas no hacen mas que un ruido comun cuando se les percute ó golpea.

Los metales blandos producen un ruido sordo cuando se les bate, pero el estaño dá un crujido tan singular cuando se dobla, que es una propiedad característica. En los metales duros el sonido es mas claro. En fin, el del azufre en masa, comprimido fuertemente en la mano, se parece á un chisporroteo.

Trasparencia.

Un cuerpo que se deja atravesar con bastante facilidad por los rayos luminosos para permitir divisar otro cuerpo colocado detras de él es *trasparente ó diáfano.* Por ejemplo, una lámina de mica, de espato calizo, de yeso cristalizado y de cristal de roca.

Un cuerpo transparente puede ó no tener color. Cuando los colores son muy intensos, es raro que no perjudiquen á la transparencia, como se observa en el cuarzo ahumado.

Algunas veces sin embargo, no se perciben los objetos sino difícil y confusamente á través de un cuerpo; entonces se dice que es *semitrasparente*, como ciertas ágatas. Si el cuerpo deja solamente atravesar la luz, pero sin permitir distinguir los objetos colocados detras, se dice que es *trasluciente*, por ejemplo en las cornalinas. En fin todo cuerpo que la luz no puede atravesar es *opaco.* Todos los metales están en este caso. La opacidad puede ser mas ó menos completa. Algunas veces depende del demasiado espesor del cuerpo; pues si se reduce á láminas delgadas, estas no solo son traslucientes, sino muchas veces trasparentes; por ejemplo, la mica en hojas.

Refraccion.

Cuando un rayo luminoso pasa oblicuamente de un medio á otro de densidad diferente, esperimenta al partir de su punto de inmersion, una desviacion mas ó menos grande que varía segun la naturaleza del medio. Si pasa del aire á un cuerpo sólido ó líquido, el rayo se aproxima á la perpendicular levantada en el punto de inmersion. Cuando, por el contrario, el medio es menos denso, se separa. Se ha dado el nombre de *refraccion* á esta propiedad, de que gozan solo los cuerpos transparentes, de desviar los rayos luminosos que les atraviesan.

Pero ciertos cuerpos, tienen la propiedad notable de forzar á dividirse el rayo luminoso en dos haces. De aqui resulta necesariamente, que un cuerpo colocado detras de semejantes sustancias, sobre todo si es de pe-

queña dimension, se ve doble. Entonces se dice que gozan de *doble refraccion.*

Esta propiedad digna de notarse depende enteramente de la disposicion de las moléculas. No es igualmente marcada en todos los casos, y jamas se encuentra en los minerales no cristalizados ó derivados del cubo. Algunos no la presentan sino á través de las caras no paralelas; asi, en el cristal de roca se la ve á través de una de las caras de apuntamiento y una de las del prisma; en otros al contrario á través de las caras paralelas, como en la cal carbonatada primitiva diáfana conocida con el nombre de espato de Islandia, que es la sustancia en que esta propiedad se manifiesta mejor.

Para observar semejante fenómeno, en estas últimas circunstancias, se pone el cuerpo sobre una raya negra trazada en un papel, y al momento se notan dos, una de ellas mas palida y distinta que la otra. Si esta circunstancia que es la mas favorable á la observacion directa no existe, es preciso elegir en las formas secundarias del cristal dos caras inclinadas una sobre otra que permitan ver oblicuamente como en el cristal de roca ó bien hacer artificialmente por medio del tallado y pulimento una cara inclinada al eje, y mirar perpendicularmente á través de esta cara y la cara de cristal opuesta; en cuyo caso se hallan un gran número de cristales cuya forma primitiva es un prisma de base romboidal ó paralelográmica, como el yeso y la barita sulfatada. Entonces se pueden poner en práctica uno de los dos medios siguientes: se coloca el mineral muy cerca del ojo, se coge con la otra mano por la punta un alfiler delgado, y se procura buscar, alejándole ó dándole diferentes direcciones, el punto en que la cabeza aparezca como compuesta de dos segmentos de esfera que se cortan, el cuerpo mas grueso, y los bordes de él y de la cabeza irisados.

Este carácter necesita observarse á buena luz. El otro medio consiste en perforar un naipe con un alfiler : se aplica despues el naipe sobre la cara del mineral, y todo junto se pone muy cerca del ojo, y se mira á través del agujero y del mineral, la llama de una bugía que se aproxima ó aleja convenientemente. Si el mineral goza de la doble refraccion, la llama parece bifurcada en su punta, ó irisada.

Color.

Las sustancias minerales pueden no tener color y ser de la trasparencia mas pura ó de diverso color hasta el negro mas perfecto. Las que no le tienen y á la vez son opacas son blancas, como por ejemplo la creta. Algunas veces el color de los cuerpos es puramente accidental y depende de la mezcla con alguna materia estraña. Asi el cristal de roca es naturalmente sin color; pero puede ser accidentalmente morado, negro, &c. De aquí resulta la division de los colores, como la de los olores, en *propios* y *accidentales*. Estos últimos pueden producirse por causas muy diversas, ya por simples mezclas mecánicas de materias estrañas que se han encontrado en la sustancia todavía líquida en el momento en que ha cristalizado; ya por combinaciones químicas. Los colores propios son fijos é invariables y pueden servir para caracterizar los cuerpos, porque dependen de su propia naturaleza; v. g. el sulfuro de mercurio es rojo, y el molibdato de plomo amarillo. Pero es preciso que estos se hallen en el estado de pureza. Así el azufre, el oro, la plata, el cobre podrán siempre conocerse por solo su color. Mas cuando se trata de otros, en los que el color no es siempre constante, este carácter es uno de los menos seguros. En efecto, se encuentran algunas especies bajo una multitud de matices, y muchas di-

ferentes que tienen el mismo color; por ejemplo, el topacio es amarillo, sin color, rojizo, azul, &c; y se ven corundos, crisoberilos y esmeraldas de color amarillo de topacio.

Las graduaciones de intensidad de los colores se designan por las palabras *obscuro*, *subido*, *bajo* ó *claro*.

Con frecuencia tambien se ven en la superficie de los cuerpos muchos colores que parecen cambiar de sitio cuando se los mueve, y entonces se dice que la superficie es *irisada* ó con juego de colores. Los cuerpos trasparentes ó traslucientes presentan tambien á veces el mismo fenómeno; pero al interior es debido entonces á capas de aire muy delgadas, sobre todo cuando el cuerpo tiene muchas hendiduras ó rajas interiores, como el yeso, cuarzo, piritas de cobre, &c; este es el fenómeno de los anillos colorados, cuya esplicacion se hallará en los tratados de física.

Lo que se ha llamado reflejos ó cambiantes se parece mucho á la irisacion, pero se diferencian en que los colores son solo dos ó tres, cuando en aquella se ven casi todos los del arco iris, de donde les ha venido el nombre de *irisados*. Por lo general dependen de su estructura ó de la disposicion particular de las moléculas de los cuerpos; pero tambien algunas veces de una mezcla de otra sustancia mineral que les da entonces el aspecto sedoso, de venturina y anacarado. Cuando son el efecto de la cristalizacion, llaman la atencion por su regularidad, tales son las estrellas cambiantes del corundo asteria y la del granate, que es igualmente de seis rayos.

Un mismo ejemplar en ciertas especies trasparentes, presenta en algunas ocasiones diversos colores segun los diferentes sentidos en que se le mira; esto es lo que se llama *policroismo* ó muchos colores; cuando tiene dos como en la cordierita es *dicroismo*; si hay tres, *tricroismo*, &c.

Lustre.

Es la manera con que un cuerpo reflecta la luz. Puede observarse en la superficie y en la fractura, y las espresiones con que se designan sus diversos grados son tomadas de comparaciones con otros cuerpos conocidos. Así se dice que es *vivo*, *vítreo*, *diamantino*, esto es análogo al del diamante, ó *graso*, *resinoso*, *anacarado*, *sedoso*, *metaloideo* y *metálico*. Si el lustre es muy débil, y mas todavía, si el lustre es desigual y solo se ve en algunos puntos, el cuerpo es solo *lustroso*; cuando carece enteramente de él como en la mayor parte de las fracturas térreas, es empañado, y los cuerpos se llaman *mates*.

Fosforescencia.

Con este nombre se designa la propiedad que tienen ciertos minerales de hacerse luminosos en la obscuridad, cuando se les coloca en las circunstancias convenientes; propiedad, que en algunos es tan notable que este fenómeno se produce con la mayor facilidad. Semejante carácter no es muy importante puesto que las diversas variedades de una misma sustancia no la poseen todas. La barita sulfatada cristalizada es poco ó nada fosforescente; y la que está en bolas radiadas, conocida con el nombre de piedra ó fósforo Boloña, lo es mucho.

La fosforescencia puede ser producida en los cuerpos de tres diferentes maneras.

1.° Algunos llegan á serlo por el *frotamiento*. Así cuando se frota fuertemente en la obscuridad dos pedazos de cristal de roca ó de pedernal, se ven manifestarse ráfagas luminosas en los puntos que han estado

mas espuestos al frotamiento. Y aun basta algunas veces el roce mas ligero para producir este fenómeno, como en ciertas variedades de feldspato. En fin, hay una variedad de sulfuro de zinc que se hace fosforescente pasando por encima las barbas de una pluma.

2.º Por el calor gozan otros muchos cuerpos de la misma propiedad. Se reducen á pequeños fragmentos ó á polvo, y se ponen en seguida en una plancha de hierro caliente. El color de la luz fosfórica que dan es muy variable, pues la hay blanca, azulada, verde, amarilla, naranjada y roja. En el espato fluor y en el calizo, fosfato de cal y plata muriatada puede observarse fácilmente la produccion de este fenómeno.

Pero para que la fosforescencia se manifieste es necesario que el cuerpo no haya esperimentado una temperatura superior á aquella á que se le espone, y que no cambie de estado reblandeciéndose ó volatilizándose. En algunos cuerpos el grado de calor necesita ser determinado, y no se hacen fosforescentes á una temperatura mas alta ó mas baja. Muchas veces la *insolacion* ó el simple calor del sol basta para obtener el mismo resultado. Esto es lo que se observa en la barita sulfatada radiada.

3.º En fin, esponiendo ciertos cuerpos á la accion de las *chispas eléctricas*, durante algun tiempo, se hacen luminosos en la obscuridad, y aun se les vuelve su fosforescencia perdida por una fuerte calcinacion.

CAPÍTULO V.

DE LAS PROPIEDADES ELÉCTRICAS Y MAGNÉTICAS.

Electricidad.

Los minerales pueden ser conductores de la electricidad ó electrizarse en diversos grados por frotamiento, presion, contacto ó calor. Unos manifiestan la electricidad vítrea ó positiva, y otros la electricidad resinosa ó negativa. Algunos hay tambien en los que se desenvuelven al mismo tiempo las dos especies de electricidad, y entonces presentan dos polos, que obran de una manera opuesta sobre la misma estremidad de una aguja imanada.

La mayor parte de los cuerpos minerales desarrollan la electricidad por el frotamiento. El ámbar amarillo ó succino es el cuerpo que por este medio desarrolla mas; la cal carbonatada es la que se electriza mas fácilmente por la presion; pero este modo de electrizarse los cuerpos es solo aplicable á un corto número de minerales. Los metales son los que mas se electrizan por contacto; sin embargo, este medio no es á propósito para las observaciones mineralógicas. En cuanto á la electricidad por el calor, se produce en ciertos minerales no conductores, que son por lo general cristales no simétricos, como las turmalinas, la boracita, &c.

El desarrollo de la electricidad no se verifica con la misma intensidad y en las mismas temperaturas en las diferentes especies que tienen esta propiedad: muchas veces la intensidad aumenta con la temperatura, cesa cuando está estacionaria, y vuelve á aumentarse de nuevo cuando disminuye, lo que pudiera inducir á creer que la disposicion no simétrica de las moléculas les hace ejercer por la

dilatacion un frotamiento recíproco unas sobre otras, y que únicamente á este frotamiento es debida la electricidad desenvuelta. Esta hipótesis es tanto mas verosímil cuanto que los polos cambian de situacion cuando la electricidad aparece de nuevo por el enfriamiento, que el roce ó frotamiento de las moléculas se verifica en una direccion diametralmente opuesta, y que se sabe que tal cuerpo frotado con tal sustancia se hace positivo, y con tal otra negativo. Solamente en el caso de electrizacion por el calor se presenta la polaridad, y aun para ello es necesario que se caliente todo el cuerpo por igual; en todas las demas circunstancias se electriza positiva ó negativamente.

Para conocer si hay electricidad desenvuelta, se sirven los naturalistas en lugar de un electroscopio comun, de una pequeña aguja de laton terminada en sus dos estremidades por bolitas, y que puede colocarse sobre un eje de la misma naturaleza, sobre el cual gira libremente. Esta aguja se deja siempre en su estado natural (lám. III. fig. 5), y por esto el eje no es aislador. Si se quiere conocer la naturaleza de la electricidad, es preciso servirse de una aguja semejante á la precedente, pero cuyo eje ó sustentáculo es aislador; se comunica á esta aguja la electricidad positiva ó negativa segun se quiera, se aproxima entonces al mineral, se ve si hay atraccion ó repulsion, y en su consecuencia se juzga de la naturaleza de la electricidad desenvuelta en él, puesto que los fluidos del mismo nombre se repelen y los de nombre contrario se atraen. Si se cree que hay polaridad, despues de haber ensayado una de las estremidades del cristal, se reconoce la otra que debe obrar de una manera opuesta. Haüy hizo construir un aparato muy sencillo para estos ensayos, que consiste en una aguja terminada en una de sus puntas por una bola, y en la

otra por un pequeño romboedro de cal carbonatada, que adquiere fácilmente, por presion, la electricidad positiva y la conserva largo tiempo (lám. III fig. 6).

Magnetismo.

Los fenómenos magnéticos que son una modificacion de la electricidad, solo se manifiestan en un corto número de cuerpos que gozan de la propiedad de obrar sobre la aguja imanada. Las propiedades magnéticas sirven principalmente para reconocer el hierro, el niquel y el cobalto, pero solo en ciertos casos determinados. Los cuerpos que estan dotados de ella no la tienen todos de la misma manera: asi unos solo ejercen una accion de atraccion igual sobre las dos estremidades de la aguja imanada, tal es el hierro; y otros gozan de la polaridad, es decir, que asi como las agujas y barras imanadas tienen un polo austral y un polo boreal, y por consiguiente acciones atractivas y repulsivas, porque los polos del mismo nombre se repelen y los de nombres contrarios se atraen, como se ve en la piedra iman natural. El magnetismo de los primeros es *sencillo*; el de los segundos es el *polar*. Para reconocer estas propiedades es menester tener una barra ó aguja imanada atravesada en el centro por un pequeño agujero, en el que entra un eje, en cuyo rededor puede moverse (lám. III fig. 7). Se hace la aguja todavía mas sensible poniendo á cierta distancia una barra imanada que la hace tomar una direccion perpendicular á la que la es natural.

SECCION SEGUNDA.

DE LOS CARACTÉRES QUÍMICOS.

Las propiedades físicas, que acabamos de estudiar proporcionan escelentes caractéres para distinguir las especies minerales. Sin embargo, es raro de que por sí solas puedan bastar para caracterizar bien estas especies. En general, es preciso agregar á ellos el conocimiento de la composicion química, de donde emanan una multitud de caractéres de la mayor importancia. En efecto, cualquiera que sea la variacion de las formas con que una misma sustancia puede presentarse, su composicion química es constantemente la misma. La cal carbonatada, por ejemplo, puede ofrecer mil formas cristalinas diferentes, una estructura sacaroidea ó terrea, una fractura, una trasparencia, en una palabra, propiedades físicas enteramente opuestas, y no obstante la proporcion de sus elementos permanecerá siempre la misma. Así, la creta y el espato de Islandia bien cristalizado estarán uno y otro compuestos de 44 p. de ácido carbónico y de 56 p. de cal.

La composicion química de las sustancias minerales presenta diferencias muy grandes; ya son cuerpos simples ó hasta el presente no descompuestos, como el azufre, el carbono, el oro, el cobre, &c.; ya compuestos binarios, ternarios ó cuaternarios.

En química, se cuentan cincuenta y cuatro cuerpos simples, á saber: 14 metaloideos y 40 metales. Pero un gran número de estos cuerpos no existen aislados en la naturaleza, y solo por medio de operaciones químicas se les separa de aquellos con quien estan constantemente combinados. Unicamente trece nos presenta

la naturaleza en estado de libertad, de un modo bien evidente, que son:

El Antimonio.	El Cobre.	El Paladio.
El Arsénico.	El Hierro.	La Plata.
El Azufre.	El Mercurio.	La Platina.
El Bismuto.	El Oro.	El Telurio.
El Carbono.		

Todos los demas minerales son compuestos en diferentes grados de los cincuenta y cuatro cuerpos simples. Combinándose el oxígeno con ellos forma óxidos ó ácidos; el azufre constituye sulfuros, el carbono, carburos, &c.

Por lo general, los compuestos binarios son los mas numerosos.

Los compuestos ternarios estan formados de dos compuestos binarios que tienen un elemento comun, el azufre, el oxígeno, el cloro, &c.; tal es el sulfato de cal en que entran el azufre, el oxígeno y el calcio.

En cuanto á los compuestos cuaternarios ó á los de un orden mas elevado, son raros en la naturaleza. Unas veces son tres cuerpos binarios que tienen un mismo elemento mineralizador, y otras un compuesto binario y otro ternario reunidos.

Se da el nombre de átomos á las mas pequeñas partículas materiales que se puede suponer que existen en un cuerpo, y que por su escesiva pequeñez se escapan á la accion de nuestros sentidos. El número de átomos elementales es el mismo que el de los cuerpos simples; es decir, que hay cincuenta y cuatro especies diferentes, Reuniéndose muchos atómos constituyen las moléculas de los cuerpos, tambien imperceptibles á nuestra vista.

Las diferencias que se observan en los minerales pue-

den depender de la naturaleza, número y disposicion que guardan los átomos simples de que se componen las moléculas, lo que puede hacer variar al infinito la composicion química de los minerales.

Ciertos cuerpos cuyos átomos no son los mismos, tienen sin embargo los suyos en el mismo número y reunidos de la misma manera. De aquí resulta frecuentemente que, á pesar de la naturaleza diferente de sus átomos, existen entre ellos grandes relaciones; así, las formas cristalinas son las mismas, ó á lo menos ofrecen grande analogía, y entonces se dice que estos cuerpos son *isomorfos*. La sal marina y el espato fluor, cristalizan ambos en el sistema del cubo aunque sus elementos no son los mismos; otro tanto sucede con el fosfato y el arseniato de plomo, &c.

Esta observacion es muy digna de llamar la atencion, porque los cuerpos isomorfos pueden reemplazarse mutuamente en una combinacion, sin que la forma del compuesto sea sensiblemente alterada: por lo demas, la isomorfia lo mismo puede provenir del ácido que de la base.

Todavía hay otra clase de cuerpos igualmente notables: compuestos de los mismos elementos y en las mismas proporciones, presentan no obstante caractéres y propiedades diferentes. El espato de Islandia y el aragonito tienen una composicion química idéntica, y á pesar de eso sus formas cristalinas, y muchas de sus propiedades físicas son diferentes; el primero pertenece al sistema del romboedro, y el otro al del prisma romboidal. Aquel se parte fácilmente en fragmentos regulares que dan la forma primitiva; en este otro la division mecánica se verifica con mucha dificultad. Estos cuerpos se han llamado *isómeros*.

Los diferentes cuerpos simples pueden combinarse entre sí en diferentes proporciones. Así, combinándose

el oxígeno con el azufre da orígen á cuatro compuestos ácidos, que son: los ácidos hiposulfuroso, sulfuroso, hiposulfúrico y sulfúrico; uniéndose el azufre con el arsénico constituye dos sulfuros, el rejalgar ó sulfuro rojo y el oropimente ó sulfuro amarillo. En cada una de estas combinaciones, la cantidad de oxígeno ó de azufre va en aumento: así en el ácido hiposulfuroso hay 50 de oxígeno por 100 de azufre; en el ácido sulfuroso 100 de oxígeno por 100 de azufre; en el hipo-sulfúrico 125 de oxigeno, y en el sulfúrico 150 de oxígeno, siempre con 100 de azufre.

Si se para la consideracion en los números que representan las cantidades de oxígeno, se ve que son proporcionales, y que existe entre ellos las mismas relaciones que entre los números 1, 2, 2 $^1/_2$, 3. Lo que prueba que las combinaciones se hacen siempre en *proporciones fijas* y rigurosamente determinadas. Por esta razon 100 partes de azufre no podrán combinarse con 15 ó 70 p. de oxígeno, y dar orígen á compuestos fijos; pues entre estos dos cuerpos no hay otras combinaciones posibles que las indicadas.

En todas las combinaciones binarias ó ternarias, uno de los cuerpos parece haber ejercido una accion mas poderosa que los otros, y dado al compuesto caractéres particulares. Los antiguos habian reconocido esta verdad, pues admitian *cuerpos mineralizadores*, como el azufre y el arsénico, y cuerpos *mineralizados*.

El uso de la pila de Volta en la análisis ha aclarado esta cuestion. Así cuando se descompone un cuerpo por este poderoso medio, uno de los componentes se dirige al polo positivo ó vítreo, y el otro al polo negativo ó resinoso. Este resultado proviene evidentemente de que los dos cuerpos combinados se hallaban en estados eléctricos diferentes; aquel en que la electricidad era ne-

gativa, va al polo positivo y viceversa. Esto supuesto, si se somete á la accion de la pila un óxido metálico ó un sulfuro, el oxígeno ó el azufre iran al polo positivo, y el metal al negativo. Luego el oxígeno y el azufre estan dotados de electricidad negativa. De aquí resulta la distincion importante que se ha hecho de los cuerpos en *electro-negativos y electro-positivos.* Siendo de notar que los cuerpos electro-negativos son los que en las combinaciones ejercen la accion mas poderosa, obran como los ácidos, y corresponden á lo que en otro tiempo se llamaba agentes mineralizadores.

El oxígeno es el mas electro-negativo, y el potasio el mas electro-positivo, y entre ambos estremos se han colocado por su estado eléctrico los demas cuerpos simples del modo siguiente:

Electro-negativos.			*Electro-positivos.*		
Oxígeno.	Molíbdeno.	Hidrógeno.	Oro.	Estaño.	Aluminio.
Azufre.	Tungsteno.		Osmio.	Plomo.	Itrio.
Ázoe.	Boro.		Iridio.	Cadmio.	Glucinio.
Ftoro.	Carbono.		Platina.	Cobalto.	Magnesio.
Cloro.	Antimonio.		Rodio.	Níquel.	Calcio.
Bromo.	Telurio.		Paladio.	Hierro.	Estroncio.
Iodo.	Tántalo.		Mercurio.	Zinc.	Bario.
Selenio.	Titanio.		Plata.	Manganeso.	Litio
Fósforo.	Siliceo.		Cobre.	Cerio.	Sodio.
Arsénico.			Uranio.	Torinio.	Potasio.
Cromo.			Bismuto.	Circonio.	

Esta tabla sirve para determinar anticipadamente, cuando se descompone un cuerpo, hácia qué polo irán cada uno de sus elementos; sin embargo, debe advertirse que esta especie de electricidad de las cuerpos, sea positiva ó negativa, no es absoluta sino relativa, y que un cuerpo que es electro-negativo relativamente á otro se hace electro-positivo, comparado con otro colocado mas arriba en la serie eléctrica. El iodo que es

electro-negativo, relativamente al mercurio y al plomo, se hace electro-positivo relativamente al oxígeno ó al azufre.

El conocimiento de la composicion, hemos dicho que es de la mayor importancia para la determinacion de las especies minerales; pues por la análisis química es como se llega á conocer la naturaleza de los elementos de que se compone un cuerpo. Pero no es necesario en mineralogia hacer una análisis delicada que aisle cada uno de los componentes y determine rigurosamente su proporcion. Para la determinacion de la especie mineral, basta reconocer la existencia de los cuerpos constituyentes. Para conseguir este objeto tenemos dos especies de medios: los reactivos líquidos y el fuego. De aquí resultan dos especies de análisis conocidas con los nombres de análisis por la *via seca*, y análisis por la *via húmeda.*

CAPÍTULO I.

DE LA ANÁLISIS DE LOS MINERALES POR LA VIA SECA.

El ensayo de los minerales por el fuego tiene por objeto averiguar si contienen agua, si son combustibles, volátiles ó activan la combustion.

Para ver si contienen agua ó cualquier otro principio volátil, ó si por sí mismos son volátiles, se debe poner el mineral á ensayar en un tubo barométrico cerrado por una de sus estremidades, que se dilata á la lámpara un poco en forma de oliva; siempre es bueno encorvar el tubo para que las partes líquidas, una vez condensadas no puedan caer de nuevo en la parte calentada, que pudiera entonces romperse.

El tubo debe estar dispuesto como en la lámina III. fig. 7, y colocado en la misma posicion. Si hay materias

volátiles líquidas, se dirigen á A; las que son naturalmente sólidas se condensan en B, en la parte superior del tubo. Se conocen que son combustibles ó que activan la combustion poniéndolas sobre unas ascuas: en este segundo caso el mineral, que entonces siempre es un nitrato, deflagra casi como la pólvora, y la combustion del carbon es mucho mas viva. Tambien se pueden ensayar las materias que se suponen combustibles, colocándolas sobre una plancha de metal enrojecido por el fuego.

Como la fundicion de los cuerpos se obtiene á grados de calor muy variables, puesto que hay algunos que se funden mucho antes de llegar al calor rojo, al paso que otros resisten á las mas altas temperaturas ha sido preciso emplear diversos medios para obtener su fundicion: unos los funden en tubos de vidrio (lámina III. fig. 8), y otros al calor de la llama de una bela teniéndoles con unas pinzas (lám. III. fig 9) que están naturalmente cerradas en su estremidad A, y no se abren sino apoyando el pulgar y el índice sobre los dos botones B. Estas dos ramas A B deben ser muy finas para que hagan buen servicio; la otra parte B C, presenta unas pinzas naturalmente abiertas. Tambien se pueden colocar en una hoja de platina muy delgada. Si esta temperatura no basta, se recurre á un instrumento que se llama soplete.

Ordinariamente está formado de un tubo de metal, cuyo diámetro va disminuyendo de una estremidad á la otra. La finura del pequeño agujero que le termina varía con el uso á que está destinado el instrumento: construido así tiene el inconveniente de arrojar saliva, porque á fuerza de soplar, el agua del aire espirado que se condensa á lo largo del tubo, acaba por obstruirle y la corriente de aire la impele sobre la llama. Para los ensayos mineralógicos se emplean con frecuencia sopletes de vidrio, formados de un tubo dila-

tado en bola en el ángulo que tiene, y adelgazado en su estremidad. Tambien se usan sopletes de cobre compuestos de un tubo A B (lám. III. fig. 10.) que entra con frotamiento en una cavidad R, de donde sale lateralmente un tubo C D, á cuya estremidad se adapta una punta E F de platina que no se altera por el calor. Cuando en lugar de estos sopletes se quiere servirse de otros semejantes á aquellos de que se valen los plateros para hacer las soldaduras, y que por tener su abertura inferior mayor exigen soplar mas fuerte, conviene para evitar la salida de la saliva, que tengan un depósito mas grande y que puedan abrirse por frotacion por el medio como una caja, para meter dentro una esponja (lám. III. fig. 11.)

Para hacer uso del soplete es preciso, despues de haber introducido la abertura ancha en la boca, colocar el pico al borde de la llama un poco encima de la mecha. Soplando entonces, se inclina la llama y forma una especie de chorro llamado *dardo* que se dirige como se quiere sobre el cuerpo que se trata de ensayar; la llama de una bugía es buena, pero aun es preferible una lamparilla de mecha aplastada. El dardo de una bela está compuesto de dos partes (lám III. fig. 12), la una azulada, ocupa el interior de la llama desde la mecha hasta cerca de la mitad de la longitud del *dardo*: esta porcion obra sobre los cuerpos como principio desoxidante, es decir, que si estan *quemados* ú *oxidados* los *desoxida.* La otra parte, blanquecina, obra al contrario como principio *oxidante*, esto es; quema ú *oxida* los cuerpos. De aquí resulta la distincion en fuego de *reduccion* y fuego de *oxidacion.*

Cuando no se tiene otro objeto que la fundicion de un mineral, se le lleva con las pinzas á la porcion del *dardo* donde termina la llama azul: allí es donde la temperatura es mas elevada; pero para contener la sus-

tancia conviene servirse, en lugar de pinzas, de una cucharilla ó de un pequeño crisol que uno mismo puede hacer con una hoja muy delgada de platina, ó de un pedazo de carbon de madera, en el que se hace una pequeña escavacion. Cuando el mineral es infundible, solo se logra fundirle por la adicion de fundentes como el borax, &c.; el mineral y el fundente se emplean en polvo grosero.

Si la sustancia ha de ensayarse sola, es menester que el fragmento sea tanto mas pequeño, cuanto mas difícil es de fundir; pero nunca será muy grande, y por lo general una línea de diámetro es el *maximum* que puede tener una escama muy delgada, ó la longitud de una aguja si la sustancia es acicular. Cuando los minerales que se ensayan contienen fósforo, azufre, arsénico ó plomo no deben emplearse pinzas con puntas de platina ni hojas del mismo metal, porque se alterarian.

Aunque el uso del soplete parece muy sencillo exige sin embargo mucha práctica y destreza; es preciso saber soplar sin fatigarse, elegir la llama que conviene para producir un fuego á propósito y acomodarle á la prueba que se quiere hacer; escoger bien el cuerpo ó fragmento que se va á ensayar; sujetarle á las pinzas, en la cucharilla, en la hoja de platina ó en el carbon; en fin, tanto que se empleen los fundentes, como que no se haga uso de ellos se deben conocer sus efectos. Cuando se usa el soplete solo, puede resultar la simple alteracion, la fusion ó la volatilizacion.

1.º *Simple alteracion.* Las mutaciones que sobrevienen en un cuerpo ensayado antes de fundirse son: la *decrepitacion*, es decir, que el mineral estalla y se separa en gran número de fragmentos (el sulfuro de zinc); la *pérdida de la trasparencia* y el *cambio de color*, fenómenos muy dignos de examinarse porque son de importan-

cia en las sustancias metálicas (la turmalina y el circon); la *esfoliacion* que se observa sobre todo en algunas sustancias de estructura hojosa (el yeso); la *eflorescencia*, como en la mesotipa, que se hincha y da una especie de vegetacion en forma de coliflor; y el *hervor*, indicio de gases que se desarrollan y se desprenden.

2.º La *fusion* da productos diversos.

El fragmento puede cubrirse solamente de una especie de *barniz* vidrioso en su superficie, porque es incompleta ó dificilmente fundible (la estaurótida); ó formar, una *escoria*, cuando se hincha sin fundirse completamente (algunos granates); una *frita*, si la fusion es incompleta y una parte no fundida está diseminada en la masa fundida; un *esmalte* ó *vidrio*, si la fusion es completa: en el primer caso da un glóbulo opaco, y en el segundo un glóbulo trasparente. La forma y el color del glóbulo pueden en seguida presentar numerosas variedades.

3.º La *volatilizacion*. En ciertas sustancias minerales que son completamente volátiles, el fragmento que se ensaya puede desaparecer enteramente. Pero entonces se desprenden vapores ó gases que se pueden recoger, ó á lo menos apreciar su naturaleza por el olfato. Así el arsénico, que da un humo blanco, huele á ajo; el azufre y el selenio se conocerán fácilmente por su olor.

Cuando se usan los fundentes, se suelen observar las siguientes modificaciones. El *borax*, forma un vidrio que toma diferentes colores segun los óxidos metálicos con que se ha fundido. El *subcarbonato* de *sosa*, que se usa por la sosa que contiene, pues el ácido se desprende por el calor, produce calentado con una sal insoluble un cambio de base y se forma una sal soluble de base de sosa, cuyo ácido puede conocerse por los reactivos. Tambien reduce los minerales cuando son óxidos ó sulfuros, y sobre todo disuelve la sílice, con la que forma un vidrio

trasparente. Este fundente es absorvido, lo mismo que la materia que se ensaya, por el carbon, lo que no sucede al borax, y es preciso sacar y separar el producto de la calcinacion por lavaduras. El *fosfato de sosa* y de *amoniaco* pierde por el calor una porcion de este y se convierte en una sal ácida. Esta porcion de ácido que queda al descubierto, hace que se le emplee en las operaciones pirognósticas; pues á la vez sirve de fundente, y para formar una sal doble. Disuelve la sílice de los silicatos y hace con ella una masa gelatiniforme; la misma propiedad tiene la sosa. El *nitro* sirve tambien de fundente y para oxidar el metal cuya naturaleza da á conocer por el color que su óxido comunica al vidrio. Pero para obtener este resultado, es preciso que el nitro se use en corta cantidad, porque si se emplea con esceso, lejos de oxidar al metal le reduce. Espuesto, por ejemplo, el cromuro de hierro á la accion del soplete, se cambia por una pequeña cantidad de nitro en cromato de potasa, porque el nitro ha cedido su oxígeno.

El color del vidrio que se obtiene con una misma sustancia puede variar segun el fundente que se ha usado, y que se haya hecho el ensayo al fuego de oxidacion ó de reduccion. Tratado el óxido de cromo con el borax, al fuego de oxidacion da un vidrio de hermoso color de esmeralda, y al fuego de reduccion uno de color amarillo pardusco en caliente, sin color cuando está frio; con el fosfato de sosa y de amoniaco el vidrio es de color verde oscuro al fuego de oxidacion, é igualmente verde al fuego de reduccion.

CAPÍTULO II.

DE LA ANÁLISIS DE LOS MINERALES POR LA VIA HÚMEDA.

Los caractéres químicos de los cuerpos resultan, en este caso, de la accion del agua, de los ácidos, de los álcalis y de las sales, solos ó ayudados de algunos otros reactivos metálicos ó de varios medios.

§. I.

Del uso de los reactivos en general.

Accion del agua.

El uso del agua tiene por objeto demostrar, si la sustancia es soluble ó no; para esto se pulveriza el mineral que se ha de ensayar; se le introduce en un pequeño tubo cerrado por una de sus estremidades y engrosado en forma de oliva en esta parte (lám. III. fig. 8). Se vierte encima un poco de agua destilada, y se calienta ligeramente para facilitar su accion, teniendo el tubo un poco oblicuamente. Algunas sustancias no solubles tienen la propiedad de formar una pasta con el agua con que se combinan, tales son ciertas arcillas; otras absorven rápidamente el agua sin formar pasta, ni combinarse y esto depende de la porosidad. Algunos minerales, en lugar de absorver el agua, tienden cuando estan espuestos al aire, á perder la que contienen en combinacion, entonces se ponen blanquecinos, y como harinosos; lo que se llama *eflorescencia.* Otros atraen la humedad del aire hasta el punto de hacerse completamente líquidos; esta propiedad es la *delicuescencia.*

Accion de los ácidos.

Se emplean los ácidos *nítrico*, *hidroclórico y sulfúrico* para atacar los minerales que son susceptibles de ello, y que se disuelven completamente, ó solo toman el aspecto de una jalea; tambien se usan para distinguir ciertas sales porque se verifica, cuando se pone una gota de ácido diluido en la superficie, una especie de hervor mas ó menos grande que se llama *efervescencia*, y que las caracteriza: el ensayo se hace en tubos semejantes á los de la (lám. III. fig. 8.)

Accion de los álcalis.

Ademas de servir para los ensayos por el fuego, y para hacer solubles en los ácidos los minerales que sin esto no serian atacados, se usan como reactivos. Los mas empleados son la potasa, la sosa, el amoniaco y el agua de cal.

Accion de las sales.

Ya se ha visto cual era el uso de algunas de ellas para los ensayos por el fuego. En otros casos se emplean tambien para reconocer las sustancias, el hidroclorato de amoniaco y el de platina, el hidrocianato ferrurado de potasa, el hidrosulfato de amoniaco y el de potasa, el nitrato de plata, de barita, de cobalto y de plomo, el oxalato de amoniaco, el subcarbonato de esta misma base sólido, el protocloruro de estaño y el protosulfato de hierro.

§. II.

Del uso de los reactivos en particular.

Con el ausilio de estos reactivos pueden hacerse fácilmente los ensayos de modo que den resultados satisfactorios. Aquellos sin embargo, tendrán que variar segun que los cuerpos son simples ó compuestos y distinta su naturaleza. Los demas medios ausiliares se reducen á limaduras de cobre, de hierro, de zinc y hojas muy delgadas de estaño, alcohol y la tintura de nuez de agallas.

I. Ya se ha dicho que no podian encontrarse mas que unos pocos cuerpos simples en el estado de libertad. Pero estos cuerpos son tan perfectamente distintos y bien caracterizados que las mas veces no es necesario someterlos á los agentes químicos para conocerlos. Sus caractéres físicos bastan comunmente para distinguirlos unos de otros. Por otra parte, á escepcion del azufre que está bien caracterizado, estos cuerpos son todos metales. Tratándoles por los ácidos nítrico, hidroclórico, ó nitro-muriático (agua regia) se disuelven y forman sales, cuya base se conocerá por los medios que indicaremos mas abajo.

II. Los cuerpos compuestos serán combinaciones binarias, ternarias ó cuaternarias. Las combinaciones binarias que se encuentran con mas frecuencia en la naturaleza, son óxidos, sulfuros, cloruros, fluoruros ó ioduros.

Los *óxidos* naturales son cuerpos sólidos, opacos, que tienen muchas veces lustre metálico ó pueden adquirirle por el pulimento; otras veces son transparentes y diversamente colorados. Tratados por el carbon con ayuda del calor, se reducen la mayor parte con mas ó menos facili-

dad y se obtiene el metal. Su naturaleza puede conocerse disolviéndoles en los ácidos y tratándoles por los reactivos.

Los *sulfuros* son solubles, tienen muchas veces un brillo metálico. Calentados sobre las ascuas ó por el soplete dejan desprender ácido sulfuroso fácil de conocer por su olor á azufre quemado. Cuando se tratan los proto-sulfuros por un ácido diluido, dan ácido hidro-sulfúrico (de olor á huevos podridos.) En algunos casos es preciso ayudar á su desprendimiento por el calor. Fundidos con el sub-carbonato de sosa y echados en agua acidulada dan igualmente ácido hidrosulfúrico.

Los *cloruros* no son muy abundantes en la naturaleza. Tratándoles con el ácido sulfúrico concentrado desprenden vapores blancos de ácido hidroclórico. Si se añade peróxido de manganeso hay desprendimiento de vapores de cloro amarillo-verdosos. Los cloruros solubles precipitan en blanco por el nitrato de plata. El precipitado es pesado, cuajado, insoluble en el agua y en el ácido nítrico, soluble en el amoniaco, y se ennegrece por su esposicion á la luz.

Los *fluoruros* dan por el ácido sulfúrico, ácido hidrofluórico que ataca al vidrio y no precipitan por el nitrato de plata ni por el de barita.

Los *ioduros* naturales, en fin, son tan raros que no merecen nos detengamos en describir sus propiedades.

Los compuestos ternarios ó cuaternarios que mas comunmente abundan, son ó una mezcla de dos cuerpos binarios ó las mas veces sales, porque aun suponiendo á las sales simples, estan compuestas de dos cuerpos de naturaleza diversa, á saber: el ácido ó el elemento electro-negativo, y la base ó el elemento electro-positivo. Es preciso pues buscar una despues de otra las partes constituyentes de la sal.

Determinacion del ácido.

Consideradas en cuanto al ácido, las sales mas comunmente repartidas en el globo son: los carbonatos. los sulfatos, los nitratos, los hidrocloratos, los silicatos, los fosfatos, los arseniatos, los boratos, los cromatos y los molibdatos.

Entre estas sales unas son solubles, las otras no lo son. Pero las sales insolubles pueden hacerse tales haciéndoles hervir con el carbonato de sosa, ó todavía mejor con carbonato de amoniaco, cuyo esceso puede evaporarse calentando la masa. Entonces se obtiene una sal de base de sosa ó de amoniaco, que es constantemente soluble.

Si se vierte un ácido en la disolucion de una de las sales precedentes, y hay efervescencia, esta sal será un *carbonato* ó un hidroclorato; un *carbonato*, si hay efervescencia sin vapores, y si el gas desprendido precipita el agua de cal en blanco; un *hidroclorato*, si hay desprendimiento de vapores blancos que no precipitan por el agua de cal, pero que forman con el nitrato de plata un precipitado blanco, cuajado, &c. como el de los cloruros. Las sales que no hacen efervescencia son mas numerosas, y se reconocerán por los caractéres siguientes.

1.° Los *sulfatos* precipitan en blanco por el nitrato de barita. El precipitado es insoluble en el ácido nítrico. El ácido sulfúrico no ejerce sobre ellos accion alguna.

2.° Los *nitratos* dan por el ácido sulfúrico vapores de ácido nítrico, y vapores anaranjados de ácido nitroso si se añaden limaduras de cobre.

3.° Los *fosfatos* precipitan en amarillo por el nitrato de plata. El precipitado es soluble en el amoniaco y en el ácido nítrico.

4.° Los *silicatos* son todos insolubles; reducidos á polvo fino, son atacados por el ácido hidroclórico por medio del calor, y forman una jalea. Este carácter no se observa ni en los bisilicatos, ni en la sílice.

5.° Los *boratos* tratados por el ácido sulfúrico en caliente, dejan depositar por el enfriamiento pajillas ligeras y nacaradas de ácido bórico.

6.° Calentados los *arseniatos* con carbon, se desprende el arsénico que se volatiliza y se reconoce por su olor á ajo. Calentados en un tubo, dan arsénico metálico. Sus disoluciones precipitan en blanco azulado por las sales de cobre, y en amarillo claro por el nitrato de plata.

7.° Los *cromatos* disueltos, precipitan en amarillo de canario por las sales de plomo. El precipitado es de cromato de plomo.

8.° Los *tungstatos* dan un precipitado blanco por el nitrato de cobre.

9.° Los *molibdatos*, que son estremadamente raros en la naturaleza como los tungstatos, dan cuando se añade un ácido á su disolucion, un precipitado blanco de ácido molíbdico. Sumergiendo una hoja ó lámina de estaño en el líquido, se vuelve el precipitado azul, porque absorviendo el estaño una parte del oxígeno del ácido molíbdico, le hace pasar al estado de ácido molibdoso.

Determinacion de la base.

Si la sal es insoluble, es preciso reducirla al estado de sal soluble, cambiando el ácido y conservando la base; para esto se la calienta con carbon en un crisol ó simplemente con el soplete. De este modo se descompone la sal quitando el oxígeno al ácido y al oxido, y se obtiene un compuesto binario, por ejemplo, un fosfuro ó

un sulfuro, si es un fosfato ó un sulfato el que se ha descompuesto: se le trata por el ácido hidroclórico y se obtiene un hidroclorato soluble de la base que se procura conocer. Por este medio se pueden reducir todas las sales al estado de solubilidad. Por consiguiente supondremos que se obra siempre sobre disoluciones salinas.

Consideradas las sales en cuanto á su base, forman ó no precipitado con el hidrosulfato de potasa.

I. Las que no forman precipitado son las sales de base de:

Potasa.	Cal.
Sosa.	Barita.
Amoniaco.	Estronciana.

Entre estas sales unas no precipitan por el subcarbonato de potasa, que son las de potasa, sosa y amoniaco, que podran distinguirse entre sí por los caractéres siguientes:

1.° Las sales de *amoniaco* trituradas con cal, dejan desprender el amoniaco que se conoce por su olor desagradable y picante.

2.° Las sales de *potasa* precipitan de color amarillo de canario por el hidroclorato de platina. El precipitado es un cloruro doble de potasa y de platina, soluble en una gran cantidad de agua.

3.° Las sales de *sosa* no precipitan por el hidroclorato de platina.

Las sales que precipitan por el subcarbonato de potasa son las de cal, de barita y de estronciana; el precipitado es un carbonato de estas bases. Se le calcinará en un crisol con carbon, y se tratará el residuo por el ácido hidroclórico diluido que formará una sal soluble.

La *cal* no se enturbia por el ácido sulfúrico muy diluido. La *barita* y la *estronciana* dan al contrario un pre-

cipitado blanco; el de barita es completamente insoluble, el de estronciana es soluble en una gran cantidad de agua. Quemada la barita con el alcohol comunica á la llama un color amarillo, y la estronciana un color rojo.

II. Las sales que precipitan por el hidrosulfato de potasa son mas numerosas. A escepcion de las sales de alúmina, glucina, itria, circona y magnesia que lo hacen en blanco por este reactivo, todas las demas pertenecen á metales que se encuentran en la naturaleza en estado de pureza.

Las sales de *alúmina* precipitan en blanco por la potasa, la sosa y el amoniaco. El precipitado que es alúmina hidratada, se vuelve á disolver fácilmente en un esceso de potasa ó de sosa, pero con mucha dificultad en un esceso de amoniaco.

Las sales de *glucina* tienen las mismas propiedades que las de alúmina, pero el precipitado que produce el amoniaco, se vuelve á disolver en un esceso de carbonato de amoniaco.

Las sales de *itria* dan por la potasa ó la sosa un precipitado insoluble en un esceso de estos álcalis, y precipitan en blanco por el cianuro amarillo de potasio y de hierro.

Las de *circona* dan los mismos resultados con los álcalis que las de itria; pero no precipitan por el cianuro amarillo de potasio y de hierro.

Las sales de magnesia precipitan por la potasa, la sosa é imperfectamente por el amoniaco, pero el precipitado no se disuelve de nuevo en un esceso de potasa ni de sosa.

III. El ácido hidrosulfúrico es un escelente reactivo para conocer la naturaleza de las disoluciones salinas metálicas, pues unas no precipitan por este reactivo, y

otras por el contrario, dan precipitados de colores variados.

Las sales metálicas que no precipitan por el ácido hidrosulfúrico, son las de:

Manganeso.	Niquel.
Zinc ácidas.	Cobalto.
Protosales de hierro.	Uranio.

Estas sales precipitan sin embargo por los hidrosulfatos solubles. Entre las sales precipitadas por el ácido hidrosulfúrico, lo hacen:

En *negro*, las de plomo, mercurio, plata y cobre.

En *blanco*, las de zinc neutras.

En *amarillo*, las de arsénico, deuto-sales de estaño y las de cadmio.

En *pardo*, las de bismuto, oro, platina y protosales de estaño.

En *rojo* de *ladrillo*, las de antimonio.

1.° Las sales de *manganeso* precipitan en blanco por la potasa la sosa; el precipitado que es insoluble en un esceso de álcali, se pone amarillo, y despues pardo al contacto del aire. Por la adicion del cloro se obtiene inmediatamente el color pardo; precipitan en pardo rojizo por el prusiato de potasa.

2.° Las sales de *zinc* precipitan en blanco por la potasa, la sosa y el amoniaco; el precipitado es soluble en un esceso de álcali. Tambien precipitan en blanco por el prusiato de potasa.

3.° Las protosales de *hierro* dan por la potasa, la sosa y el amoniaco un precipitado blanco verdoso, insoluble en los primeros álcalis, pero soluble en el último. Espuesto al aire, absorve el oxígeno, se pone de color

verde oscuro, y despues amarillo. Añadiendo algo de cloro el color amarillo se manifiesta inmediatamente. Precipitan en blanco azulado por el prusiato de potasa. Si se espone al aire el precipitado, pasa lentamente al azul oscuro. Algunas gotas de cloro dan al instante el precipitado azul subido.

La infusion de nuez de agallas no produce al principio alteracion alguna. Espuesta la mezcla á la accion del aire, toma un color vinoso, despues morado, y en fin negro azulado. El cloro hace aparecer en seguida el color azul.

Las persales de hierro precipitan de color amarillo por la potasa, la sosa y el amoniaco. El precipitado es insoluble en un esceso de álcali. La infusion de nuez de agallas produce inmediatamente la coloracion azul, y el prusiato de potasa un precipitado azul oscuro.

4.° Las sales de *niquel* dan un precipitado verde por la sosa, potasa y amoniaco que se disuelve en un esceso de este álcali, y otro del mismo color por el carbonato de potasa.

5.° Las de *cobalto* producen por la potasa, la sosa y el amoniaco un precipitado azul soluble en un esceso de amoniaco; por los subcarbonatos, fosfatos y arseniatos solubles un precipitado de color de rosa.

6.° Las sales de *uranio* dan con el amoniaco un precipitado gris amarillento, insoluble en él, y por el prusiato de potasa otro rojo de sangre.

7.° Las protosales de *estaño* dan por la potasa, la sosa y el amoniaco un precipitado blanco, soluble en la potasa y la sosa, insoluble en el amoniaco. Precipitan en color pardo por el ácido hidrosulfúrico, al paso que las persales precipitan en amarillo.

8.° Las sales de *cadmio* precipitan en blanco por el amoniaco, y se disuelven en un esceso de él; pero el

que forma la potasa no se vuelve á disolver en un esceso de álcali. El zinc precipita al cadmio en estado metálico bajo la forma de hojas dendríticas que se pegan al zinc.

9.° Las sales de *antimonio* neutras precipitan en blanco por el agua destilada. Si son muy ácidas no precipitan. Lo hacen en amarillo por la infusion de nuez de agallas; en blanco por la potasa, la sosa y el amoniaco: el precipitado se vuelve á disolver en un esceso de las dos primeras. Una lámina de hierro ó de zinc precipita el antimonio bajo la forma de un polvo negro. Calentadas en un tubo con carbon y carbonato de potasa, dan antimonio metálico.

10 Las sales neutras de *bismuto* precipitan en blanco por el agua destilada. Tambien dan un precipitado del mismo color por la potasa, la sosa y el amoniaco. El subcarbonato de amoniaco produce otro precipitado blanco soluble en un esceso de esta sal.

11 Las sales de *plomo* producen con la potasa, la sosa y el amoniaco un precipitado que se disuelve en un esceso de los dos primeros álcalis. Por diluidas que esten en agua precipitan en blanco por el ácido sulfúrico y los sulfatos solubles, y en amarillo de canario por el cromato de potasa. Una lámina de zinc precipita plomo metálico.

12 Las sales de *cobre* precipitan por la potasa, la sosa y el amoniaco; este último vuelve á disolver el precipitado y el líquido conserva un color azul hermoso. En pardo de castaña por el prusiato de potasa. En verde claro por los arsénitos, el precipitado es el arsénito de cobre. Una lámina de hierro ó de zinc hace depositar cobre metálico.

13 Las protosales de *mercurio* precipitan en negro por la potasa, la sosa y el amoniaco. En amarillo verdoso por el hidriodato de potasa. Las deutosales en amarillo por la potasa y la sosa; en blanco por el amoniaco, y en

rojo vivo por el hidriodato de potasa. Puesta una lámina de cobre en una disolucion da mercurio metálico.

Calentadas con la cal ó la potasa dan mercurio que se sublima.

14 Las sales de *plata* precipitan de color pardo por la potasa, la sosa y el amoniaco; el precipitado se vuelve á disolver en un esceso de amoniaco. En blanco por el ácido hidroclórico, y los cloruros solubles; el precipitado, pesado y cuajado, es soluble en el amoniaco. En amarillo por los fosfatos solubles. Una lámina de cobre precipita la plata en estado metálico.

15 Las sales de *oro* manchan de púrpura oscuro la piel y la epidermis de la mayor parte de las sustancias vegetales ó animales, y por el protocloruro de estaño vertido en una disolucion concentrada, un precipitado pardo compuesto de oro metálico y un precipitado purpúreo cuando las disoluciones están dilatadas.

16 Las sales de *paladio* dan por el amoniaco un precipitado amarillo que se disuelve en un esceso de este álcali; y con el cianuro amarillo de potasio y hierro un precipitado de color verde de aceituna. Todos los metales escepto el oro, la plata, la platina, el rodio, iridio y osmio le precipitan en estado metálico.

17 Las sales de *platina* dan por la potasa y el amoniaco un precipitado amarillo. La sosa no da precipitado se coloran en rojo por el hidriodato de potasa.

SECCION TERCERA.

DE LOS CARACTÉRES GEOLÓGICOS DE LOS MINERALES.

Llámanse así y tambien geonósticos los que se deducen de la época de su formacion, manera de formarse, modo de estar en el seno de la tierra, y de la asociacion

de las especies minerales. En rigor el estudio de estos caractéres corresponde á la geologia, pero como sea necesario á cada paso el conocimiento de algunas ideas generales y la significacion de ciertas voces, nos vemos precisados á entrar en algunas consideraciones.

§. I.

De la época de la formacion de las especies minerales.

Cuando se examinan atentamente las diferentes capas de nuestro planeta, no se puede menos de conocer que unas han debido formarse despues de otras, y que las mas profundas son por lo general mas antiguas que las que las cubren, cualquiera que haya sido el tiempo transcurrido entre su formacion sucesiva.

Considerando ahora estas capas se advertirá que forman grupos ó terrenos que se distinguen por caractéres especiales, y principalmente por la falta ó existencia de restos orgánicos. Así se llaman *primitivos* á los mas profundos y aquellos en que no se encuentra ningun resto vegetal ni animal; de *transicion* á los que encierran fósiles, vegetales y algunos animales marinos; *secundarios*, aquellos en que hay fósiles orgánicos de todas especies, pero diferentes de las especies actuales; *terciarios*, á los que estan encima de los secundarios y ofrecen restos de mamíferos, ó de otros animales de razas estinguidas ó cuyas especies análogas y aun idénticas existen sobre la tierra; *diluvianos* y últimamente de *transporte ó acarreo* á los compuestos de capas sueltas de orígen mas reciente relativamente á los demas terrenos. En fin, debe añadirse otra clase de terrenos que son el producto de los volcanes, y que por lo tanto se llaman *volcánicos*.

Esta misma diferencia de antigüedad hay entre las

capas existentes entre las especies minerales que en ella se encuentran. Así al paso que algunas parecen no haberse mostrado sino en ciertas épocas de la formacion de la corteza del globo, otras manifiestan ser de todas, pero presentando sin embargo, en cada una de ellas variedades particulares. Por ejemplo, el estaño y el berilo no se han hallado en situacion sino en los terrenos primitivos; la mayor parte de las especies de mercurio y plomo son propias de los terrenos secundarios; la mesotipa y la analcima no han empezado á presentarse á lo menos con abundancia, sino en uno de los terrenos terciarios de los mas modernos, al paso que la fosforita por el contrario se observa en todos los tiempos, pero en el estado de apatito en los terrenos antiguos; en el de fosforita térrea en los terrenos medios, y en el de crisolita en los nuevos. Igualmente se ha visto respecto del yeso, hierro y manganeso, &c., la misma continuidad de formacion, pero al mismo tiempo mayores diferencias en las combinaciones ó estados en que han aparecido en cada formacion. Muchas especies tambien que estan aisladas en los terrenos nuevos, se habian ya presentado, pero siempre combinadas en los terrenos antiguos; tales son el ácido bórico y el azufre.

§. II.

Del modo de formarse.

Esta consideracion tiene por objeto el modo con que se han formado las especies minerales, y las circunstancias que han concurrido á su formacion, es decir, investigar si ha sido por disolucion y cristalizacion, por fusion ígnea, ó por sedimento mecánico.

I. Por *cristalizacion* en medio de un líquido acuoso

como parecen indicarlo los minerales que contienen cierta cantidad de agua encerrada en medio de ellos ó combinada, tales son el cristal de roca, el yeso, la mesotipa, el manganeso y el hierro oxidados é hidratados.

Siempre por cristalizacion, pero sin que nada anuncie la presencia de un líquido acuoso, tales como los granates, la espinela, el anfibol, y aun en ciertas circunstancias que indican que el mineral ha sido ó fundido por la accion del fuego, como la mica y la piróxena augita, ó sublimado ya por la accion de este agente solo como el hierro oligisto y el azufre, ya por la potencia reunida del calor y del agua como el ácido bórico.

2.° Por *fusion vítrea*, sin cristalizacion ó con partes cristalinas. Por ejemplo la obsidiana vidriosa y la aperlada. Los granates, idocrasas, piroxenas, &c. de la Noruega y de la Finlandia parecen indicar este modo de formacion.

3.° Por *sedimento* ó depósito homogéneo, pero en gran parte mecánico. Ninguna especie mineral bien determinada puede ofrecer este modo de formacion; porque lo que constituye una especie, es la formacion por disolucion completa por el calórico ó por un líquido, y la cristalizacion. Sin embargo, se verán algunos minerales que parecen homogéneos, por consiguiente puros, y que no presentan forma ni estructura cristalina, sino una testura compacta fina y una traslucidez que indica mas bien un sedimento mecánico, que una precipitacion química; tales son la magnesita, la serpentina noble, la lazulita, la retinita, la cerita, el cobalto oxidado el níquel oxidado, el cobre hidratado, el uranio negro, el succino, &c.

§ III.

De la situacion geognóstica ó modo de estar las especies minerales en el seno de la tierra.

Estas sustancias pueden estar en él, diversamente dispuestas. Unas se hallan en capas colocadas unas encima de otras, otras en masas, filones y vetas, otras, en fin, iregularmente implantadas en cavidades, ó diseminadas sin órden en medio de otras sustancias.

1.° Las *capas* presentan un espesor muy variable. Hay algunas que tienen diez, veinte y hasta cien toesas de espesor; en otras por el contrario, este es solo de algunas pulgadas; cuando son muy gruesas entonces se llaman *bancos*. Algunas veces estan en una situacion casi horizontal, otras inclinadas en diversos sentidos, y aun se encuentran otras que son mas ó menos sinuosas ó quebrantadas (lám. IV. fig, 1).

2.° Las *masas* (lám. IV. fig. 2) son de menor estension que las capas, irregulares y rodeadas por todos lados de otras sustancias. Su naturaleza es muy variable, y lo mismo sucede con su volúmen. Cuando son muy pequeñas se llaman *nidos, riñones* ó *nódulos*. Los nidos están generalmente formados de materias quebradizas, y su figura es muy irregular. Los riñones tienen la suya irregular mente redondeada, muchas veces son comprimidos y de un volúmen por lo menos igual al del puño, tales son los riñones de pedernal que existen en medio de la creta. Los nódulos siempre son de pequeño volúmen, ordinariamente sólidos tienen la figura de almendras, y parecen haberse formado en cavidades preexistentes.

3.° Se llaman *filones* (lám. IV. fig. 2) á las masas mi-

nerales planas, de superficies no paralelas, y mas ó menos en forma de cuña, que algunas veces se prolongan muy lejos y atraviesan asi las diversas capas del globo. Los filones no son mas que grandes hendiduras que se han formado accidentalmente, y que despues se han llenado de sustancias minerales de naturaleza diversa, ya liquidadas por el fuego, ya arrastradas por las aguas.

Se da el nombre de *techo* en un filon á la porcion de la roca que le cubre por la parte superior cuando está inclinado, el otro lado es el suelo ó *lecho*, y *cresta* ó *cabeza* del filon la parte superior que está á la altura del suelo y algunas veces es saliente. El espesor de los filones es en general de 7 á 11 pies á lo mas; no obstante, se citan algunos todavía mas gruesos; muchas veces estan formados por la reunion de muchos filoncitos, y hay algunos que se estienden mucho, pues se conocen filones de hierro que tienen muchas leguas. No se sabe si los filones penetran muy adentro; pero con frecuencia se adelgazan á cierta profundidad, y estan por lo comun formados de minerales mas cristalizables que las rocas que atraviesan; tambien se encuentran en ellos minerales particulares y metálicos, que son muy raros ó jamas se hallan en las rocas inmediatas.

4.° Cuando los filones son sumamente pequeños y delgados, se les da el nombre de *vetas*. Muchas veces son sencillas, otras ramificadas, y algunas aparecen así en lo interior de las capas, como en el de las masas y filones que atraviesan en diversas direcciones. Las vetas, como los filones, son en algunos casos hendiduras llenas de materias diversas; en otros son de la misma naturaleza que las sustancias en medio de las que existen, se han formado al mismo tiempo, y solo se diferencian por su coloracion, tales son las vetas de los mármoles.

5.° En fin, hay sustancias que en lugar de encon-

trarse en capas, masas, filones ó vetas, estan diseminadas y como embutidas sin órden en las masas minerales, ó bajo la forma de granos, glóbulos, pajillas, escamas, &c. Ciertos minerales parecen presentarse en concrecion ó á manera de barniz ó de eflorescencia en rocas de una naturaleza muy diferente de la del mineral que les cubre; y otros estan disueltos en el agua.

§. IV.

De las asociaciones mineralógicas.

Con alguna atencion que se ponga en el exámen de los grandes ejemplares de minerales, sobre todo de los que presentan la reunion de muchas especies, no se puede menos de notar que algunas de ellas estan comunmente juntas en el mismo ejemplar, ó pegadas á las mismas rocas, aunque no haya entre estas especies y las rocas ninguna analogía: esto es lo que se entiende por *asociacion mineralógica* que puede dar lugar á consideraciones curiosas, en las que no entraremos ahora, porque formará una de las partes de la historia de cada especie. Sin embargo haremos notar aquí que ciertas especies minerales parecen encontrarse en determinadas rocas, y que esto se observa así casi constantemente en los dos hemisferios; v. gr., el azufre en las margas arcillosas, el pedernal en las tierras calizas, &c.

DE LAS CLASIFICACIONES MINERALÓGICAS.

Un conocimiento mas perfecto de los cuerpos inorgánicos y los incesantes progresos que la mineralogia á la par de sus ciencias ausiliares ha hecho, han obligado á variar las clasificaciones de los minerales que se creian mas sólidamente establecidas. Fundadas las primeras en los caractéres esteriores, fueron luego sustituidas por las que á la vez estribaban en estos mismos caractéres y en la composicion química, ó por las que únicamente tenian á esta por base. Las mismas han sido y son generalmente seguidas todavía; pero tambien hay otras que tienen su principal fundamento en la forma cristalina de las moléculas integrantes de los cuerpos minerales. (1).

(1) Antes de pasar adelante en la esposicion de las clasificaciones mineralógicas, es necesario definir bien qué es lo que en mineralogía se entiende por *especie é individuo.* En el reino orgánico cada ser vegetal ó animal constituye un individuo, puesto que forma un cuerpo perfectamente distinto y aislado. La especie es la sucesion de individuos que se asemejan por el conjunto de sus caractéres, y que por medio de la generacion se reproducen de la misma manera. Pero estas definiciones no pueden aplicarse á los minerales que forman muchas veces masas continuas, y en los que nada hay que se pueda comparar á la generacion de los seres vivos.

Para resolver este problema, es necesario recordar quelos seres inorgánicos son cuerpos aislados, ó las mas veces masas formadas por cuerpos simples, puros, ó combinados entre sí; que estos son electro-negativos ó electro-positivos; que es difícil la combinacion entre los de una misma especie de electricidad, y muy fácil entre los de electricidad diferente: y que esta combinacion entre los principios elementales de los cuerpos, puede hacerse en diferentes grados, pero siempre en proporciones rigurosamente definidas para cada especie de combinacion, y cuyos números

Clasificaciones mineralógicas fundadas en los caractéres esteriores.

Cualquiera que considere la poca constancia de los caractéres esteriores y el inconveniente que re sulta de

estan en una proporcion aritmética creciente.

La teoría atomística esplica fácilmente estos hechos y otros análogos. Esta teoría admite como principio, que cada cuerpo elemental está compuesto de partículas similares ó *átomos* que tienen todos el mismo peso, aunque varia en los diferentes cuerpos elementales. Cuando dos cuerpos se combinan, esta combinacion se verifica entre dos átomos, pero en proporciones diferentes. Así algunas veces, hay un átomo del cuerpo mineralizador y otro de base; dos del cuerpo mineralizador por uno de base, ó tres átomos del primero por un solo átomo de la última. Estos átomos combinados forman los átomos ó moléculas constituyentes del cuerpo compuesto.

La palabra *individuo* en la ciencia que nos ocupa, no puede definirse tan rigurosamente como en el reino orgánico. En efecto, siendo las sustancias minerales masas que pueden ser divididas indefinidamente sin ser destruidas, para descender hasta la *individualidad* es preciso llegar hasta la molécula integrante, que no puede descomponerse mas que en elementos heterogéneos.

No obstante los mineralogistas han convenido en llamar individuo á *toda agregacion de moléculas idénticas, cualquiera que sea por otra parte el volúmen con que se presenta.* Con arreglo á esta definicion, la especie mineralógica *es una coleccion de cuerpos idénticos por la naturaleza, proporciones y disposicion de sus elementos, cualquiera que sea la forma que ofrezcan.* Asi, por ejemplo, la combinacion del ácido carbónico con la cal, ó cal carbonatada es una especie mineral. Siempre que encontremos un cuerpo, sea la que quiera su estructura, color y aun su forma misma, que estuviere compuesto de ácido carbónico y de cal, diremos que pertenece á la especie de cal carbonatada. Asi el espato calizo cristalizado, el mármol blanco sacaroideo, la piedra que sirve para litografiar, la piedra caliza de construccion, la creta, &c., que se presentan bajo tan diferentes aspectos,

reunir en un mismo grupo minerales muy diferentes y separar otros muy parecidos, se convencerá de que si

constituyen, por su conjunto la especie que se llama cal carbonatada. Pero en virtud de las diferencias notables que estos cuerpos presentan, se han hecho divisiones de la especie á las que se ha dado el nombre de *variedades*. El mármol blanco, la creta, &c. son variedades de la especie predicha. Las variedades pues son colecciones *de individuos idénticos por la naturaleza de sus elementos, pero diferentes por sus caractéres esteriores.*

Algunos mineralogistas han añadido á la definicion que se acaba de dar de la especie, otro carácter tomado de la forma primitiva, diciendo que se componia de la reunion de todos los individuos que tienen la misma forma cristalina primitiva, y la misma composicion en sus elementos. Sin embargo, esta adicion ha perjudicado mas bien que otra cosa á la claridad y generalidad de la definicion, porque no hay una correspondencia rigurosa entre estos caractéres. En efecto, la forma cristalina depende mas inmediatamente del número y colocacion de los átomos que de su naturaleza particular. Así los cuerpos compuestos de elementos diferentes, pero de átomos en número igual, y reunidos de la misma manera tienen en general formas casi idénticas; lo que depende de que teniendo las diversas bases en el mismo grado de oxidacion formas análogas, las comunican á los compuestos en que se combinan con un ácidos. A estos óxidos que tienen la misma forma, á pesar de la diferente naturaleza de sus elementos, es á los que se ha dado el nombre de *bases isomorfas*, y los que gozan de la propiedad de poder suplirse mútuamente en una combinacion sin alterar sensiblemente su forma cristalina. La cal, la magnesia, el deutóxido de cobre, los protóxidos de manganeso, de hierro, cobalto, &c. son isomorfos. De aqui resulta, que todas las sales que provengan de la combinacion de un ácido con una de estas bases tendran sensiblemente una forma idéntica ó análoga, tales son, por ejemplo, los carbonatos de cal, magnesia, hierro, cobalto, y zinc.

No es necesario decir que en mineralogia, lo mismo que en los demas ramos de la historia natural, se forman los generos agrupando las especies, y que reuniendo los géneros se llega á los ordenes, clases y familias. Solo sí conviene hacer una observacion bastante importante, y es, que estando en mineralogia la idea de la especie mucho mas generalizada, corresponde mas bien á la del

bien aquellos son de grande importancia para la distincion de las especies, es muy dificil generalizarlos y hacerlos servir por sí solos de base de una clasificacion. Por eso los sistemas de Cronstedt y Brunner, fundados únicamente en ellos, estan en el dia del todo olvidados. Sin embargo, debe decirse en honor de Cronstedt, que fué el primero que dividió los minerales en tierras, sales, betunes y metales; division que ha sido adoptada con ligeras modificaciones por muchos naturalistas, y aun por el mismo Brunner, que estableció despues en cada una de estas clases sus órdenes con arreglo á los caractéres de la testura que puede ser térrea, escamosa, hojosa, fibrosa, &c.

Clasificaciones mineralógicas fundadas en los caractéres esteriores y en la composicion química.

Rigieron no obstante las clasificaciones predichas hasta los tiempos de Werner y Hausmann, que se valieron de los caractéres esteriores y de la composicion química. El primero que se considera con justa razon como el padre de la geología, ha ejercido una poderosa influencia en los progresos de la mineralogia, por el espíritu de observacion que supo introducir en el estudio de esta ciencia. Los numerosos discípulos que iban de todas las partes del mundo civilizado á escuchar sus sabias lecciones á Freiberg en Sajonia, han esparcido sus

género adoptado en la botánica y zoologia, al paso que las variedades son análogas á las especies en estas dos últimas ciencias. Así, mientras que en los animales y vegetales, el número de especies es tan considerable, que, en los primeros, por ejemplo, se pueden calcular de 70 á 80 mil, en los minerales por el contrario, que presentan muchas variedades, apenas se encuentran mas de doscientas especies distintas unas de otras.

principios y propagado su método, que por largo tiempo ha dominado en la ciencia, y es tal como sigue:

MÉTODO DE WERNER.

I. CLASE. FÓSILES TÉRREOS Ó TIERRAS Y PIEDRAS.

Insípidos, insolubles en el agua, incombustibles, de peso específico inferior á cinco, é irreducibles á metal por los métodos ordinarios.

1.er género Diamante.
2.° Circona.
3.° Sílice.
4.° Arcilla.
5.° Magnesia.
6.° Cal.
7.° Barita.
8.° Estronciana.
9.° Halita.

II. CLASE. FÓSILES SALINOS Ó SALES.

Sabor marcado, solubles en el agua é incombustibles.

1.er género. Carbonatos.
2.° Nitratos.
3.° Muriatos.
4.° Sulfatos.

III. CLASE. FÓSILES INFLAMABLES Ó COMBUSTIBLES.

Insolubles en el agua, combustibles é irreducibles á metal.

1.er genero Azufre.
2.° Betunes.
3.° Grafito.
4.° Resinas.

IV. CLASE. FÓSILES METÁLICOS Ó METALES.

Insolubles en el agua y reducibles á metal por los medios ordinarios.

1.er género, Platina.
2.º Oro.
3.º Mercurio.
4.º Plata.
5.º Cobre.
6.º Hierro.
7.º Plomo.
8.º Estaño.
9.º Bismuto.
10.º Zinc.
11.º Antimonio.
12.º Telurio.
13.º Manganeso.
14.º Niquel.
15.º Cobalto.
16.º Arsénico.
17.º Molibdeno.
18.º Tungsteno.
19.º Titanio.
20.º Uranio.
21.º Cromo.
22.º Cerio.

Ya ha podido notarse que las clases que establece Werner estriban en la naturaleza química. Los géneros formados en cada clase tienen la misma consideracion por base, y solo emplea los caractéres esteriores en la distincion y agrupamiento de las especies. Sin embargo, un exámen atento de este método, sobre todo cuando se recorre la serie de los géneros y de las especies, prueba que Werner se separó frecuentemente de los principios de su clasificacion.

Coloca, por ejemplo, el diamante entre las tierras, aunque su composicion química le asigna un lugar en la tercera clase: la de los fósiles inflamables. Se ve que Werner, que habia estudiado mejor que ningun otro antecesor suyo, los caractéres esteriores de los minerales, se habia dejado llevar por la relacion que por estos caractéres tiene el diamante con el circon para ponerlos

juntos, á pesar de las diferencias que presentan en cuanto á su naturaleza química.

Werner hacia una clase particular para las sales, y no obstante encontramos la mayor parte de los cuerpos salinos dispersos en las otras clases. Así el yeso, la cal fluatada se encuentran en el género cal ó calizo de la primera clase. La mayor parte de las sales metálicas estan colocadas en los géneros de sus metales respectivos. En fin, en una multitud de circunstancias Werner olvida la composicion química de los cuerpos que debe distinguir sus clases, para arreglarlos segun sus caractéres esteriores.

Hausmann ha publicado un sistema de mineralogia, cuyas clases y órdenes principales tienen sus caractéres sacados de la composicion química, pero estan en seguida los minerales dispuestos en cada uno de estos órdenes por los caractéres esteriores. Aunque esta clasificacion es superior á la de Werner, principalmente en la parte química, que ha sido seguida y aplicada con mucho mas rigor, sin embargo, se observa cuando se estudia en sus pormenores, que no hay una correlacion exacta entre estas dos fuentes de caractéres, y que empleándoles simultáneamente hay que reunir sustancias que muchas veces no tienen entre sí sino una débil analogía.

Clasificaciones mineralógicas únicamente fundadas en la composicion química

Las razones que acabamos de esponer han hecho que se recurra á los sistemas puramente químicos, que son sin contradiccion los que presentan la mayor precision y la base mas sólida para la ordenacion metódica de las sustancias minerales. Sin hablar del sistema de Karsten, que fué el primero que sacó todos los caractéres de las pro-

piedades químicas de los minerales, lo que fué un grande adelanto para la ciencia, nos ocuparemos solamente de las clasificaciones de Haüy, Bercelius, Brogniart y Beudant.

Haüy en la primera edicion de su tratado de mineralogia, habia dispuesto todas las sustancias minerales en cuatro clases: 1.ª Las sustancias acidíferas; 2.ª las sustancias terrosas; 3.ª las sustancias combustibles no metálicas; 4ª las sustancias metálicas. Estas clases se dividian y subdividian en órdenes, géneros y especies que se distinguian por la naturaleza del ácido, &c.

Pero desde la época en que el célebre Haüy publicó su primera clasificacion, la química habia adelantado tanto, que esta ciencia habia cambiado de aspecto. Por esto en la segunda edicion Haüy tuvo que hacer grandes variaciones en su clasificacion. Suprimió la clase de las sustancias terrosas, y no dejó en la de las acidíferas mas que los ácidos que se encuentran libres en la naturaleza.

De este modo todas las sustancias minerales forman otras cuatro grandes clases; la de los ácidos, dos para los metales y la de los combustibles no metálicos. Ilustrado por la química moderna sobre la naturaleza metálica de las tierras y de los álcalis, hizo una clase con el nombre de metales *heterópsidos* porque jamas se presentan bajo la forma conocida, y con el lustre particular de los metales propiamente dichos, que se llaman *autópsidos*. Las sustancias combustibles no metálicas constituyen la cuarta clase; pero este sabio no ha dejado en ella mas que el azufre, el diamante, la antracita y la melita; llevando á un apéndice anejo á esta clase los betunes, la hulla, el azabache y el succino, materias que mas parecen ser vegetales que minerales.

CLASIFICACION DE HAÜY MODIFICADA.

CLASES.	ÓRDENES.	GÉNEROS Y ESPECIES.
I.ª Ácidos libres		E. 1.ª Sulfúrico. 2.ª Sulfuroso. 3.ª Hidrosulfúrico. 4.ª Bórico. 5.ª Carbónico.
II.ª Metales heterópsidos.	Único.	G. 1.° Cal. 2.° Barita. 3.° Estronciana. 4.° Magnesia. 5.° Alúmina. 6.° Potasa. 7.° Sosa. 8.° Amoniaco.
	Apéndice.	Sílice.
III.ª Metales autópsidos.	1.° No oxidables inmediatamente á no ser á un fuego muy violento y reducibles tambien inmediatamente.	G. 1.° Platina. 2.° Iridio. 3.° Paladio. 4.° Rodio 5.° Oro. 6.° Plata
	2.° Oxidables y reducibles inmediatamente.	Único. Mercurio.
	3.° Oxidables, pero no reducibles inmediatamente.	G. 1.° Plomo. 2.° Niquel. 3.° Cobre. 4.° Hierro. 5.° Estaño. 6.° Zinc. 7.° Bismuto. 8.° Cobalto. 9.° Arsénico. 10. Antimonio. 11. Manganeso. 12. Uranio. 13. Molibdeno. 14. Titanio. 15. Tungsteno. 16. Telurio. 17. Tántalo. 18 Cromo. 19. Cerio.
IV.ª Sustancias combustibles no metálicas.	Único.	E. 1.ª Azufre. 2.ª Diamante. 3.ª Antracita. 4.ª Melita.
	Apéndice. Sustancias fitogenas.	E. 1.ª Betun. 2.ª Hulla. 3.ª Azabache. 4.ª Succino.

A la clasificacion de Haüy sigue en el órden de su invencion la de Bercelius. Este sabio divide todos los minerales en dos grandes series: una que es mucho mas considerable que la otra y comprende las sustancias minerales propiamente dichas, es decir, los cuerpos simples ó combinados con arreglo al principio de la composicion inorgánica en que los átomos compuestos del primer órden no contienen mas de dos elementos; y la otra, que contiene las sustancias fósiles de orígen orgánico, abraza los cuerpos compuestos con arreglo al principio de la composicion orgánica, es decir, aquellos cuyas moléculas compuestas del primer órden contienen mas de dos elementos. A esta segunda serie ó clase pertenecen todos los combustibles no metálicos, como la turba, succino, nafta, &c. y las sales de amoniaco, menos el azufre y el diamante que son cuerpos simples.

La primera clase se divide en tres órdenes, á saber: 1.º el de los metaloideos ó cuerpos combustibles simples no metálicos, como el azufre, cloro, carbono é hidrógeno; 2.º el de los metales *electro-negativos*, ó aquellos cuyos óxidos mas bien desempeñan el papel de ácido que de base en sus combinaciones con otros cuerpos oxidados 3.º los metales *electro positivos* ó los que forman mas especialmente bases. Este último órden le subdivide en dos subórdenes ó tribus: la que contiene los metales cuyos óxidos se dejan reducir por medio del carbon, es decir, la de los metales antópsidos de Haüy, como el iridio, platina, oro, mercurio, &c., y la de los metales que no se pueden reducir por los medios ordinarios, y que son los radicales de los álcalis y de las tierras. Tales son el circonio, aluminio, ítrio, magnesio, &c.

En cada uno de estos órdenes cada cuerpo simple forma una familia, que en seguida se subdivide en tantas especies como combinaciones diferentes ofrece.

El autor habia dispuesto las familias en la clasificacion, de modo que empezando por el oxígeno que es el cuerpo mas eminente electro-negativo pasan sucesivamente hasta el potasio que es el mas electro-positivo. En cuanto á las especies, Bercelius admite que deben estar compuestas de los mismos elementos y en las mismas proporciones, y que la mas pequeña adicion de una sustancia que pertenezca esencialmente á la combinacion, debe determinar la formacion de una especie nueva.

Este exámen rápido que hemos hecho del método mineralógico de Bercelius manifiesta que hay entre él y la clasificacion de Haüy grandes relaciones. En efecto, los principios son los mismos, y los grupos que Bercelius llama *familias*, corresponden exactamente á los *géneros* de Haüy, solo que la disposicion de estos grupos varía en ambos métodos, porque los dos autores han partido de una base diferente.

Pero esta clasificacion del célebre químico sueco ha sido recientemente modificada por él mismo, movido por los cambios que el descubrimiento de Mitscherlich sobre el isomorfismo de un gran número de sustancias minerales, ha introducido en la distincion de las especies.

En el sentir de Bercelius de ningun modo están mejor colocados los productos del reino mineral que con arreglo á las relaciones electro-químicas de sus elementos; pero opina que pueden disponerse segun su principio mas electro-positivo ó el mas electro-negativo. Cada uno de estos métodos tiene sus ventajas, y se emplean con igual éxito. Sin embargo habia dado la preferencia en su antiguo ensayo de un sistema químico de mineralogia al que agrupa las familias por sus elementos electro-positivos. Fundábase para esto en que la mayor parte de las sustancias electro-positivas imprimen á sus combinaciones con las negativas caractéres particulares que se con-

servan mas ó ménos bien en todos los minerales en que se encuentran: tales son el plomo, el cobre, el cobalto, el niquel, el hierro, la barita, &c.; y como estos compuestos son muchas veces el objeto de trabajos cuyo fin es estraer una de estas sustancias electro-positivas, le pareció que la comodidad que resulta para la aplicacion de la ciencia á la práctica, de que las combinaciones de estos metales formen clases separadas, deberia compensar á la que se sigue y que no es desdeñar, á la otra clasificacion, en la que, por ejemplo, todos los sulfuros metálicos están, como todos los silicatos, colocados juntos. Pero entonces no se presentaban las dificultades que debian originarse del cambio que se verifica entre los cuerpos isomorfos. Considerando las modificaciones que esta circunstancia ya demostrada debe introducir en la ordenacion sistemática, salta á la vista que donde los cambios isomorfos son mas frecuentes, la clasificacion debe ser si no imposible, á lo ménos mucho mas dificil. Los escelentes trabajos de Mitseherlich han hecho ver que estas sustituciones pueden verificarse así entre los cuerpos electro-negativos como entre los positivos sin cambiar de figura los cristales; pero en las combinaciones que presenta el reino mineral, se encuentran frecuentes sustituciones entre los cuerpos positivos mas comunes, cuando entre los negatívos no se han descubierto todavía sino en los ácidos fosfórico y arsénico, que son mas raros. Si se presentasen tan frecuentemente en el reino mineral, negativos isomorfos, con el azufre ó con la sílice, una y otra clasificacion ofrecerian las mismas dificultades. Debe pues haber menos en ordenar los cuerpos por su principio electro-negativo. Sin embargo, cuando se quieren colocar las combinaciones variables por el isomorfismo de las bases, se esperimentan las mismas dificultades para ordenarlas entre sí, que en la clasificacion segun el elemento

mas electro-positivo; pero son de menor importancia.

Por otra parte, Bercelius ha demostrado que estando en la disposicion electro-negativa todas las combinaciones oxigenadas colocadas en el oxígeno, la primera clase de la mineralogia, la que es puramente inorgánica, se subdivide en dos partes, de las cuales una comprende los minerales oxidados, y la otra los que no lo estan.

En todos los antiguos sistemas, comprendidos los de Werner y Haüy, se ha procurado conservar la ventaja que resulta de la clasificacion por el elemento positivo. Cada metal propiamente dicho, compone alli una familia que abraza todas sus combinaciones. Es preciso renunciar á esta ventaja en la clasificacion por el elemento negativo. Pero á muchos naturalistas no les agradará buscar el hierro, el cobre y la plata en las diversas familias en que se encuentran dispersos. Sin embargo, la clasificacion por el elemento positivo puede adaptarse á los cambios isomorfos. Del mismo modo que cada base tiene su sulfato, asimismo los compuestos granate, turmalina, piroxena, pueden colocarse en muchas bases; entonces, las voces alumbre, granate, turmalina no designan ya especies mineralógicas, y solamente indican, lo que es mas exacto, modos de combinacion. Pero el cambio de las bases en proporciones indefinidas en los compuestos, introduce la incertidumbre sobre el sitio que debe asignarse á tal ó cual granate. Algunas veces puede estar igualmente bien colocado en varios parages; lo que prueba siempre un vicio en la clasificacion. Asi cualquiera que sea el método que se adopte, no se podrá evitar, siguiendo estrictamente el principio, encontrar alguna cosa que choque por su novedad.

En un sistema que ordena los minerales segun su elemento mas negativo, las combinaciones en que las bases isomorfas se reemplazan, pueden colocarse naturalmente

una despues de otra, é importa menos que se separen ó no los minerales en especies diferentes, con tal que se sepa lo que no es perfectamente idéntico; y que en la descripcion especial del sistema se indiquen los límites, y se manifieste que estas especies pueden variar al infinito cuando se sigue estrictamente la clasificacion electro-negativa, los compuestos, sobre todo en las grandes familias, se colocan de un modo tan admirable, segun el órden de sus caractéres esteriores, que no pudieran estarlo mejor por el sistema de Werner, en el que esta analogía de caractéres era el principio dominante.

NUEVA CLASIFICACION DE BERCELIUS.

I.ª CLASE. — Minerales compuestos á la manera de las sustancias inorgánicas:

1.ª Familia: *Hierro.*
Hierro meteórico.
IIª........ *Cobre.*
Cobre nativo.
IIIª....... *Bismuto.*
Bismuto nativo.
IVª....... *Plata.*
Plata nativa.
Vª...... *Mercurio.*
Mercurio nativo.
Amálgama.
VIª....... *Paladio.*
Paladio nativo.
VIIª.... *Platina.*
Platina nativa.
VIIIª... *Osmio.*
Osmiuro de iridio.
IXª..... *Oro.*
Oro nativo.
Oro argentífero.
X.ª...... *Telurio.*
Telurio nativo.
Teluriuro
XI.ª.... *Antimonio.*
Antimonio nativo.
Plata antimonial.
XII.ª... *Arsénico.*
Arsénico nativo.
Arseniuros.
XIII.ª. *Carbono.*
Diamante.
Carbon de piedra

Antracita
Carburos.

XIV.ª. *Gas ázoe.*

XV.ª... *Selenio.*
Seleniuros.

XVI.ª.. *Azufre.*
Azufre nativo.
Sulfuros.
Sulfo-arseniuros.

XVII.ª *Oxígeno.*
Gas oxígeno.
Óxidos.
Aluminatos.
Silicatos.
Siliceo-aluminatos.
Óxido de titanio.
Titanatos.
Siliceo-titanatos.
Tantalatos.
Ácidos y todas sus combinaciones.

XVIII.ª *Cloro.*
cloruros.

II. CLASE. — Minerales compuestos á la manera de las sustancias organizadas de las que parecen traen su orígen.

A. *Sustancias orgánicas poco alteradas:*
Mantillo.
Turba.
Lignita.
Dusodilo.

B. *Resinas fósiles:*
Ambar amarillo.
Retinasfalto.
Betun elástico.

C. *Aceites fósiles:*
Nafta.
Petróleo.

D. *Betunes:*
Betun.
Asfalto.

E. *Hulla:*
Hullas de muchas variedades.

F. *Sales:*
Melita.
Hierro oxalatado.

Las diez y ocho familias de la primera clase se siguen desde la mas positiva á la mas negativa. Las ocho primeras no se componen mas que de una ó dos especies, pero las siguientes comprenden un gran número, y en el oxígeno estan colocados todos los minerales oxidados. El

sitio asignado al cloro en seguida del oxígeno, es una separacion del órden estricto, que puede justificarse por la razon de que el cloro no está compuesto mas que de sales, y la últíma familia se termina tambien por sales. Si el iodo llegase á pertenecer al reino mineral, deberia segun Bercelius colocarse entre el oxígeno y el cloro.

El método de Alejandro Brogniard tiene mucha relacion con el primero de Bercelius considerado en su totalidad, pero ofrece algunas variaciones en sus pormenores, que en parte pueden referirse al sistema de Haüy.

Establece dos series. En la primera comprende los cuerpos inorgánicos homogéneos ó de apariencia homogénea, que son los minerales simples y las rocas homogéneas; en la segunda incluye las rocas heterogéneas, mezclas naturales, frecuentes, constantes y en masas estensas de las especies minerales de la primera serie; su estudio pertenece á la geologia y por lo mismo no nos debe ocupar ahora.



	DIVISIONES.	CLASES.	ÓRDENES.	GÉNEROS Y ESPECIES.
PRIMERA SERIE.	I.ª Division. Minerales cuyas moléculas de primer órden no estan compuestas mas que de dos elementos.	I.ª Metaloideos.	1.º Metaloideos gaseosos.	G. 1.º Cloro. 2.º Hidrógeno.
			2.º Metaloideos sólidos, fundibles y volátiles.	G. 1.º Azufre. 2.º Selenio. 3.º Arsénico. 4.º Telurio.
			3.º Metaloideos sólidos infundibles y fijos.	G. 1.º Carbono. 2.º Boro. 3.º Siliceo.
		II.ª Metales heterópsidos.	1.º Oxidos insolubles.	G. 1.º Circonio. 2.º Aluminio. 3.º Itrio 4.º Glucinio.
			2.º Oxidos un poco solubles.	G. 1.º Magnesio. 2.º Calcio. 3 º Estroncio. 4.º Bario.
			3.º Oxidos muy solubles.	G. 1.º Litio 2.º Sodio 3.º Potasio.
		III.ª Metales autópsidos.	1.º Electro-positivos.	G. 1.º Cerio 2. Manganeso. 3.º Hierro. 4.º Cobalto. 5.º Niquel. 6.º Cobre. 7.º Uranio. 8.º Zinc. 9.º Estaño. 10. Bismuto. 11. Plomo. 12. Plata. 13. Mercurio.
			2.º Electro-negativos.	G. 1.o Paladio. 2.º Oro. 3.º Platina. 4.º Titanio. 5.º Tántalo 6.º Antimonio. 7.º Tungsteno. 8.º Molibdeno. 9.º Cromo.
	2.ª Minerales cuyas moléculas del primer orden estan compuestas de mas de dos elementos pero á la manera de las sustancias inorgánicas.	Única.......	Único......................	G. 1. Sales. 2. Betunes. 3. Carbones.
	3.ª Rocas de apariencia homogénea ó minerales en masa que no pueden referirse exactamente á ninguna especie mineral.	Única.......	1.º Rocas tiernas.	1.ª Caolin. 2.ª Arcilla. 3.ª Marga. 4.ª Ocre. 5.ª Pizarra. 6.ª Ampelita. 7.ª Wak. 8.ª Corneana. 9.a Argilolita.
			2.º Rocas duras que rayan el vidro.	1.ª Trap, 2.ª Basalto. 3.ª Ftanita, 4.ª Petrosíle. 5.ª Obsidiana, 6.ª Pomez. 7.ª Termantida, 8.ª Trípoli.

Las diversas clasificaciones químicas de que acabamos de hablar, escepto la última de Bercelius, han tomado las bases para formar el carácter de las familias ó géneros establecidos en sus grupos primordiales. Beudant, por el contrario ha partido de un principio enteramente opuesto, y hace desempeñar á los cuerpos mineralizadores el papel mas importante en la clasificacion, llegando así á formar un sistema enteramente nuevo. Pero no solo se ha limitado á esto, sino que ha procurado aplicar el método natural, que ya largo tiempo hacia se empleaba para clasificar los vegetales y los animales. Así su clasificacion, que sin duda está lejos de ser perfecta, ha sido aprobada por casi todos los naturalistas.

En el método de Beudant tambien la composicion química suministra los caractéres fundamentales de la especie. Pero para reunir las especies en géneros, se aparta del órden seguido por sus predecesores y en lugar de tomar las bases por caractéres, ha elegido los cuerpos mineralizadores. Esta preferencia se justifica en su sentir, no solamente por la accion mas importante que estos cuerpos ejercen en las composiciones, puesto que cambian la naturaleza de los cuerpos con que se combinan, sino porque tambien los minerales agrupados segun este principio, tienen muchas mas relaciones entre sí por el conjunto de caractéres. En efecto, Mitscherlich ha demostrado que en los compuestos que tienen un mismo elemento electro-negativo ó un mismo ácido, las formas cristalinas son casi constantemente las mismas.

En las clasificaciones por las bases es preciso reunir en un mismo género todas las combinaciones posibles de esta misma base. En el género cal, por ejemplo, se encuentran reunidas las especies: cal carbonatada, sulfatada, nitratada, fluatada, arseniatada, &c., en las que, á escepcion de la base que es comun, no hay al-

gunas veces sino muy pocas relaciones entre estas diversas especies. Si por el contrario los cuerpos mineralizadores suministran los caractéres de los géneros, se tendrán grupos entre cuyas especies habrá la mayor analogía. Así en el género carbonato, por ejemplo, tendremos no solo un mineralizador comun, el ácido carbónico, sino una notable analogía en la forma, estructura y modo de ser general. En efecto, los carbonatos de cal, zinc, hierro, manganeso, &c, tienen todos sus formas cristalinas que pertenecen al sistema romboédrico, y por la division mecánica, dan todos los romboedros casi idénticos: sus formas irregulares se presentan bajo los mismos aspectos; en una palabra, hay relaciones evidentes que les reunen. Lo mismo pudiera decirse de los nitratos, sulfatos, &c.

Formados así los géneros, Beudant ha tratado de agrupar estos géneros en familias, es decir, en divisiones de un órden superior que reuniesen los géneros que tuviesen entre si la mayor analogía. La composicion química ha servido tambien para formar las familias. Para esto el autor toma por base de cada familia un principio ó elemento químico, sin hacer distincion entre los elementos electro-negativos y los electro-positivos. Solamente este principio debe ser tal que haya la mayor analogía entre los géneros que reune. Pongamos un ejemplo: el azufre en sus diversas combinaciones forma el tipo de varios géneros distintos. Combinado con los metales constituye los sulfuros; con el oxígeno los ácidos sulfuroso y sulfúrico, los sulfitos y los sulfatos. Nadie negará la analogía que existe entre los géneros azufre, sulfuros, ácido sulfuroso y sulfúrico, sulfitos y sulfatos. Pues bien, de la reunion de todos estos géneros que tienen una base comun, el azufre, Beudant forma una familia á que da el nombre de *sulfidos*. Asimismo

los géneros carbono, carburos, ácido carbónico, carbonatos, &c, que tienen un principio comun, solamente modificado, forman otra familia llamada *Carbonidos.*

No bastaba haber establecido estas familias, cuyo número es de treinta y cuatro, era preciso disponerlas siguiendo cierto órden, de modo que conservasen en cuanto fuese posible, las analogías que existen entre ellas. Pero como estas relaciones entre los diferentes grupos son complexas, sucede que si por un carácter una familia se aproxima á otra, se aleja de ella muchas veces por otros varios que establecen su analogía con otras. De aqui resulta que en mineralogia, lo mismo que en los demas ramos de la historia natural, la serie lineal de las familias que es preciso seguir en una obra didáctica, ó para la clasificacion de una coleccion, no puede representar las afinidades que existen entre las diferentes familias. No obstante es la única marcha que se puede seguir.

Despues de haber buscado las relaciones que unen las diferentes familias del reino mineral entre sí, ha adoptado la division de los cuerpos simples presentada por Ampere, para reunir aquellas en tres grupos ó clases primordiales.

En el primero los cuerpos que forman el tipo de cada familia son gaseosos ó pueden producir gases pormanentes, combinándose ya con el oxígeno, ya con el hidrógeno ó el ftoro; á estos se ha dado el nombre de *Gazolitas.* El segundo contiene las familias cuyos tipos jamas forman gases permanentes, y que con los ácidos no dan orígen mas que á disoluciones sin color; y estos son los *Leucolitas.* El tercero, en fin, comprende las familias que jamas forman gases permanentes, y cuyas disoluciones en los ácidos tienen color, á los que se ha llamado de *Croicolitas.*

El cuadro lineal de las familias naturales de Beudant, en que se conservan, tanto como se puede, las afinadades principales de las familias entre si, es como sigue.

CLASIFICACION MINERALÓGICA DE BEUDANT.

1.° GAZOLITAS.	2.° LEUCOLITAS.	3.° CROICOLITAS.
Familias.	*Familias.*	*Familias.*
Silicidos.	Antimonidos.	Manganidos.
Boridos.	Estanidos.	Sideridos.
Antracidos.	Zincidos.	Cobaltidos.
Hidrogenidos.	Bismutidos.	Cupridos.
Sulfuridos.	Hidrargiridos.	Uranidos.
Ftoridos.	Argiridos.	Paladidos.
Cloridos.	Plumbidos.	Auridos.
Iodidos.	Áluminidos.	Cromidos.
Osmidos.	Magnesidos.	Molibdidos.
Selenidos.		Tungstidos.
Teluridos.		Titanidos.
Fosforidos		Tantalidos.
Arsenidos.		

Clasificaciones mineralógicas establecidas con arreglo á las formas cristalínas.

Para terminar lo que tenemos que decir acerca de los sistemas mineralógicos, réstanos hacer algunas indicaciones sobre las clasificaciones que estriban principalmente en la forma cristalina.

Al hablar de las formas regulares dijimos que una misma sustancia, cuando cristalizaba, presentaba siempre no una sola forma, sino un conjunto de ellas que podian

en último lugar referirse á un corto número de figuras simples. Así el sistema de formas que es propio del cloruro de sodio (sal comun) se divide en varios grupos, en cada uno de los cuales domina siempre una forma simple. Por ejemplo, se encuentra sal comun en cristales cúbicos completos, en cubos ligeramente truncados en sus ángulos ó en sus aristas, &c., todas figuras que se diferencian poco unas de otras. Hay tambien otro grupo en la misma sustancia, en el cual predomina la forma octaédrica; en otro todas las figuras llevan la impresion del dodecaedro romboidal, &c: por consiguiente las formas de la sal marina pueden reducirse á un corto número de figuras simples y dominantes que son el cubo, el octaedro, y el dodecaedro romboidal, &c. Lo mismo puede decirse de otros muchos minerales que ofrecen diferentes sistemas de formas, pero que en última análisis se reducen á los seis admitidos.

De aquí se deduce que si todos los minerales estuviesen cristalizados regularmente, y se quisiese dividirlos en razon de sus formas, habria que establecer seis clases. Pero todavía se pudiera ir mas lejos, y subdividir cada una de estas clases teniendo en consideracion los ángulos. Así en el sistema romboidal, una especie tendria un romboide fundamental de tal medida, otra otro de tal medida diferente. Haüy ha insistido sobre este medio de especificacion; pero es preciso notar aqui: 1.º que las sustancias del sistema cúbico no pueden sujetarse á él, porque todas las formas de este sistema (el cubo, el octaedro regular, &c.), no pueden variar en la medida de sus ángulos; 2.º que hemos supuesto todos los minerales cristalizados, y lo que es mas, bajo formas perfectas y distintas, lo que está lejos de ser verdad, puesto, que en cada especie hay una multitud de variedades que no presentan mas que indicios de cristalizacion, y otras muchas

que absolutamente carecen de ella. Por consiguiente, la forma cristalina no puede servir por sí sola para distinguir las especies minerales; el carácter que de ella se saca es de mucha importancia, cuando aparece; pero ni aun en este caso es siempre decisivo. Así este carácter no puede ponerse en la misma línea, que el sacado de la composicion química, porque este es general, y se estiende á todas las variedades de la especie, por cuya razon el mismo Haüy los combina para caracterizar la especie.

De todos los mineralogistas alemanes Weis, ha sido el primero que ha dado á las formas cristalinas la importancia que les asignó Haüy; ha formado una buena clasificacion de las mismas, admitiendo seis sistemas cristalinos, á los que ha distinguido con nombres y caractéres sacados de la consideracion de los ejes de cristalizacion, y ha procurado subdividirles. Esta parte de su trabajo se diferencia por la forma, no en el fondo, de la del cristalógrafo francés. Ambos hacen concurrir igualmente á los caractéres sacados de la composicion con el de la forma, y los secundarios de densidad, dureza, &c.

Mohs ha presentado una nueva teoría de las formas cristalinas, es decir, que ha espuesto diferentemente la derivacion de las formas de un mismo sistema, y ademas ha creado una nueva nomenclatura para estas formas, y una nueva notacion. Su teoría cristalográfica es puramente geométrica. Así ha concebído diferentemente del todo el sistema mineralógico. Segun él, no deben servir para la clasificacion sino los caractéres sacados de las propiedades actuales de los cuerpos ó sea de las que manifiestan en su estado natural, antes de toda alteracion de su verdadera naturaleza, esto es únicamente de los caractéres deducidos de las formas, colores, disposicion de las partes, &c., como se hace en los demas reinos, en una palabra, de los

caractéres físicos que se llaman caractéres de historia natural. En virtud de este principio escluye princípalmente los carácteres químicos que en su sentir no espresan sino propiedades derivadas de un cambio de naturaleza. De aquí resulta que en su sistema, el carácter cristalográfico tiene la preeminencia; en seguida vienen los caractéres del lustre, peso específico, dureza, estructura, &c. El autor pretende que su sistema es enteramente natural.

Al efecto divide todos los minerales en tres grandes clases caracterizadas por la diferencia de peso específico. La primera abraza los minerales que le tienen inferior á 3, 8; de ningun olor bítuminoso, y sabor cuando son sólidos. La segunda contiene los de peso específico superior á 1,8 é insípidos. En fin, la tercera incluye los de peso específico inferior á 1, 8, con olor bituminoso si son líquidos; sin sabor, cuando son sólidos.

Cada clase se divide en órdenes, géneros, especies, &c. En la primera hay cuatro órdenes, que son: 1.° *Gases* no ácidos de un peso específico de 0,0001 á 0,0014. 2.° *Agua*, 3.° *Acidos* de peso específico de 0,0015 á 3,7. 4.° *Sales* cuyo peso específico es de 1,2 á 2,9. En la segunda clase se cuentan trece órdenes, y en la tercera dos, á saber las resinas y los carbones. Los géneros estan principalmente caracterizados por las diferencias sacadas de los sistemas de cristalizacion cúbica, romboédrica, &c.

Despues de Mohs, el Dr. Bresdorf ha publicado una nueva clasificacion enteramente fundada sobre las formas cristalográficas, y sobre la composicion atomística. Las clases en número de seis están establecidas segun los sistemas de cristalizacion, y los órdenes con arreglo á las fórmulas atomísticas ó los números relativos de los átomos elementales que entran en la composicion de los cuerpos. Pero como por lo que anteriormente hemos dicho y por la confesion de los mas distinguidos mineralogistas, es eviden-

te que las formas cristalinas no pueden constituir por sí solas la base de un buen método mineralógico, no entraremos en mas pormenores sobre este género de clasificacion.

De todas estas clasificaciones ¿cual es la que debemos preferir? Sin duda alguna las químicas y en particular la que tiene por caractéres primordiales los agentes mineralizadores. Todo lo que hemos dicho anteriormente al esponerlas lo confirma. Sin embargo, si bien el último método es mas natural y por consiguiente digno de seguirse como sistema general de clasificacion, es preciso convenir, en que los sistemas mineralógicos fundados en las bases, ademas de ser mas fáciles, y de estar mas generalmente adoptados, ofrecen la gran ventaja de reunir en un grupo único, en un mismo género todas las combinaciones que el mismo cuerpo puede presentar, y que por lo comun suelen tener propiedades análogas; lo que para nuestro objeto de describir las especies que tienen aplicacion en la medicina y en las artes no es indiferente.



DESCRICION DE LAS ESPECIES MINERALES.

Todos los minerales considerados individualmente pueden comprenderse en tres grupos ó clases.

1.ª La de los *metaloideos* ó cuerpos electro negativos, que jamas hacen el papel de base con los cuerpos de las demas clases, que á veces forman gases permanentes entre sí, y cuyas relaciones con los metales son muy ligeras.

2.ª La de los *metales heterópsidos* ó cuerpos electro-positivos, cuyos óxidos forman las *tierras* y los *álcalis,* y no se reducen por el carbon. Estos metales no forman gases con ningun cuerpo, y descomponen el agua á la temperatura ordinaria.

3.ª En fin, los metales *autópsidos* ó metales propiamente dichos, que se distinguen por ser electro-positivos y electro-negativos, no formar gases permanentes con ningun otro cuerpo, tener sus óxidos reducibles por el carbon y ser perfectamente opacos aun en hojas muy delgadas.

PRIMERA CLASE.

CUERPOS METALOIDEOS.

El número de los simples metaloideos sube hasta trece, que por el órden de su analogía son: el oxígeno, hidrógeno, ázoe, ftoro, cloro, bromo, iodo, selenio, azufre, fósforo, carbono, boro y siliceo. La mayor parte de estos cuerpos hace poco que se han descubierto, á escepcion del carbono y del azufre, y aun estos últimos solo se conocian imperfectamente. Sin embargo, todos estos cuerpos no se encuentran naturalmente en la tierra en el estado de pureza, pues casi todos estan combinados con una ó mas sustancias que les desnaturalizan hasta el

punto de hacerles difíciles de conocer. Así no nos detendremos en hablar ahora sino de los que se encuentran puros; de los demas haremos una ligera mencion.

La clase de los metaloideos se divide en tres órdenes. El de los metaloideos gaseosos, el de los metaloideos sólidos y volátiles, y el de los metaloideos sólidos y fijos.

PRIMER ÓRDEN.

METALOIDEOS GASEOSOS.

Este órden comprende cuatro cuerpos simples, y otros tantos géneros, el *oxígeno*, el *hidrógeno*, el *azoe* y el *cloro*. El *ftoro* ú *fluor*, que jamas se ha podido obtener libre ni aun por el arte, y que es el radical del ácido fluórico que existe combinado en algunos minerales importantes, corresponde tambien á este órden. Su nombre *ftoro* viene de un adjetivo griego que significa *deletereo*, porque el ácido fluórico tiene la propiedad de destruir los vasos en que está contenido, y particularmente los de vidrio.

§. I. El OXÍGENO (*oxigenes*) es uno de los cuerpos simples mas generalizados y abundantes en la naturaleza; forma la base del aire atmosférico y del agua, y entra en la composicion de casi todos los demas minerales, tales como los de hierro, cal, areniscas y en todos los cuerpos organizados sin escepcion. Se conoce fácilmente este gas, pues no tiene olor, ni color, hace quemar con rapidez y grande desprendimiento de luz todos los cuerpos, sin esceptuar el hierro, y es el único entre todos los gases apropiado para la respiracion, lo que habia hecho darle en otro tiempo el nombre de *aire vital*.

Sin contradicion es el cuerpo mas importante de la

mineralogia; sin él ningun ser organizado podria subsistir, y el hombre no tendria fuego, porque solo el oxígeno puede alimentarle. Se combina con casi todos los demas cuerpos simples de la naturaleza, y forma con ellos compuestos, que se llaman *óxidos* ó *ácidos* segun que sirven de base ó de radical en las combinaciones.

§. II. El HIDRÓGENO (*hidrógenes*) no es menos abundante ni menos útil que el oxígeno, porque forma parte de todos los cuerpos organizados, del agua y de otras muchas sustancias. El hidrógeno puro es un gas trasparente sin olor ni color, catorce veces menos pesado que el aire, y que se inflama en contacto con cuerpos en ignicion; al inflamarse produce siempre una detonacion que es tanto mas fuerte, cuanto mayor es su cantidad.

El leve peso específico de este gas le hace frecuentemente emplear para preparar los globos areostáticos, bastando para ello llenar una vegiga mas ó menos grande de seda impermeable. Como esta es entonces incomparablemente mas ligera que el aire, se eleva rápidamente en la atmósfera, y no se detiene hasta llegar á un punto en donde el aire sea tan denso como ella. La facilidad con que el hidrógeno se inflama, indica que este gas es uno de los mas combustibles; no solo se quema con prontitud cuando está puro, sino que comunica tambien esta propiedad á los cuerpos con que se une, y estos últimos arden tanto mas fácilmente, cuanto mayor cantidad de hidrógeno contienen: la madera, el carbon comun y el de piedra, el aceite, la grasa, &c., que son los cuerpos que se usan para calentarse, abundan todos en este gas.

Apenas se encuentra el hidrógeno puro en la naturaleza, pero se desprende en abundancia durante los fenómenos volcánicos, y se quema casi inmediatamente por la alta temperatura y el contacto del aire. Por lo comun

está mezclado con vapores de nafta ó de carburo ó sulfuro de hidrógeno que se desprenden de las salsas ó de las hendiduras de la tierra, en los parages cercanos á aquellos en que se verifican estos fenómenos. En fin, se escapa de las grietas y rajas que se manifiestan durante los terremotos. Este género contiene dos especies una el *hidrógeno puro* que acabamos de describir, y otra el *hidrógeno oxidado ó el agua.*

Generalmente se observa que cuanto mas útiles son los cuerpos, mas abundantes son en la naturaleza ; ya hemos encontrado un ejemplo en el oxígeno, y ahora tenemos otro en el *agua.* En el estado de vapor entra en la composicion de la atmósfera; bajo la forma sólida ó de nieve, cubre los polos de la tierra y la cima de las altas montañas; y líquida se estiende sobre la mayor parte de la superficie del globo y forma en su interior inmensos depósitos, de donde sale poco á poco á dar orígen á los diferentes manantiales que constituyen nuestros arroyos, riachuelos y rios. Probablemente á causa de esta abundancia del agua, los antiguos la habian hecho uno de sus cuatro elementos; pero no es un cuerpo simple sino un compuesto de oxígeno y de hidrógeno en las proporciones de 88, 9 del primero, y 11, 1 del segundo en peso, ó un volúmen de oxígeno y dos de hidrógeno condensados en dos volúmenes.

Las variedades que puede presentar el agua, son:

1.° En el estado sólido, *cristalizada* en prismas hexaedros y en dendritas superficiales ó salientes; en *estalactitas* y *mamelones,* ó *granuda*, *laminosa*, *fibrosa* y *compacta*,

2.° En el estado líquido es *pura* ó *mineral*, es decir, cargada de diferentes gases, sales ó ácidos; unas veces es fria y otras caliente ó *termal.*

En España las aguas minerales de todas especies son muy comunes y aun hay elgunas que no tie-

nen otras semejantes. Todas ellas pueden dividirse en seis, clases á saber: *salinas*, (comunmente salinas), *acídulo-salinas* (acidulas), *salino-ferruginosas*, *acídulo-salino-ferruginosas* (ferruginosas, y ferruginosas acídulas), *salino-sulfurosas* (sulfurosas), y *azoótico salinas*.

1.° *Aguas Acídulo-salinas.*

Alange, Prov. de *Badajoz*: 22. R.
Alhama de Aragon, P. de *Zaragoza*: 28. R.
Alicun, P. de *Granada*: 17. R.
Boal, P. de *Asturias*.
Caldas de Malavella, P. de *Gerona*: la fuente fria.
Castañar de Ibor, P. de *Badajoz*: 14. R.
Ferreira, P. de *Lugo*:
Jabalcuz, P. de *Jaen*: 24. R.
Lanjaron, P. de *Granada*: fuente de la salud, 14. R.
Marbella, P. de Id: 20. R.
Melon, P. de *Orense*.
Segura de *Aragon*, P. de *Teruel*: 20. R.
Solares, P. de *Santander*: 22. R.
Sumasaguas en *Pozuelo de Aravaca* cerca de Madrid: 18. R.
Verin, P. de *Orense*.
Villavieja, P. de *Castellon* de la *Plana*: el agua de los pozos: 36. R.

2.° *Aguas Acídulo-salino-ferruginosas.*

Aliseda, P. de *Jaen*: 14. R.
Almagro, P. de *Ciudad Real*: 18. R.
Caldas, P. de *Oviedo*: 34. R.
Fuencaliente, P. de *Ciudad Real*: 32. R.
Graena, P. de *Granada*: el baño fuerte 32. R. el templa-

do, Tejilla y Teja 28; la Fuente fria: 11. R.
Hervideros de la fuensanta, P. de *Ciudad Real*: 17. R.
Lanjaron, P. de *Granada*; los baños 23. R., las fuentes de la capuchina y de la Capilla: 16. R.
Marmolejo, P. de *Jaen*: 17. R.
Paterna, P. de *Granada*: 11. R.
Pórtubus ó Pítres, P. de *Granada*: 12. R.
Puertollano, P. de *Ciudad Real*: 16. R.
San Hilario, P. de *Gerona*: 14. R.
Tortosa, P. de *Tarragona*.

3.° *Aguas azoótico-salinas.*

Panticosa, P. de *Huesca*: las fuentes de los Hérpes y del Hígado 20. R. (1).

4.° *Aguas salinas.*

Alcantud, P. de *Cuenca*: 17. R.
Almería ó Sierra Alhamilla, P. de *Almería*: 42. R.
Antequera, P. de *Granada*: 14. R.
Aranjuez: fuente amarga.
Arce, P. de *Asturias*.
Arnedillo, P. *Logroño*: 42. R.
Benasque, P. de *Huesca*: la fuente de S. Juan 29, la de S. Roque 28, la de S. Victoriano 18. R.
Bugarin, P. de *Pontevedra*.
Busot, P. de *Alicante*: 33. R.
Caldas de Estrac ó Caldetas, P. de *Barcelona*: 24. R.
Caldas de Mombuy, P. de *Barcelona*: 54. R.
Caldas de Reyes, P. de *Pontevedra*: 38. R. baño público 34.
Córcoles, P. de *Guadalajara*: 22. R.

(1) Estas fuentes son las mas preciosas que hay en España y acaso las únicas de su especie que se encuentran en toda Europa. Sin embargo, las del Molar y las de S. Agustin son muy análogas.

Falces, P. de *Navarra.*
Fitero, Id, id: 38. R.
Panticosa, P. de *Huesca*: fuente purgante 20. R.
Quinto, P. de *Zaragoza*: 16. R.
Sacedon ó Isabela, P. de *Guadalajara*: 22. R.
Solan de Cabras, P. de *Cuenca*: 15. R.
Trillo, P. *Guadalajara*: baños de la Princesa 24, de la Condesa 23. R.

5.º *Aguas salino-ferruginosas.*

Angeles, P. de la *Coruña.*
Barreiro, P. de *Lugo.*
Benasque, P. de *Huesca*: 22. R.
Boñar, P. de *Leon.*
Caldas de Malavella, P. *Gerona*: fuente principal; caliente.
Chiclana, P. de *Cádiz*: fuente de la Naveta y del Chaparral: 9. R.
Cortegada, P. de *Orense*: fuente del hierro.
Ferreira ó Paralejo, P. *Granada*: 12. R.
Font Groga, P. de *Barcelona.*
Lugo, P. de *Lugo*: 32. R.
Llorens ó Bañeras, P de *Cataluña.*
Moncada, P. de *Barcelona.*
Priorio, P. de *Oviedo*: 28. R.
Rosal de Beteta, P. de *Cuenca*: 17. R.
Saelices, P. de *Cuenca*: 17. R.
San Pedro Martir, P. de *Barcelona.*
Sobrado, P. de la *Coruña.*
Trillo, P. *Guadalajara*: baños de la Reina, &c. 23.

6.º *Aguas salino-sulfurosas.*

Alaraz, P. de *Salamanca*: Fuente del Regajal: 22. R.
Alhama, P. de *Granada*: 35. R.

Almeida, P. de *Leon*: 22. R.
Archena, P. de *Murcia*: 42. R.
Arteijo, P. de la *Coruña*: de 18 á 30 R.
Bande, P. de *Orense*.
Bañolas, P. de *Cataluña*.
Baños de Montemayor, P. de *Cáceres*: 33. R.
Baza, Zújar ó Benzalema, P. de *Granada*: 30. R.
Bea, P. de la *Coruña*.
Bertua, *Id*.
Burga del Tremor, *Id*.
Caldas de Bohí, P. de *Cataluña*.
Caldas de Cúntis, P. de *Pontevedra*: 46. R.
Caldelas de Tuy, P. de *Pontevedra*: 37. R.
Carballino, P. de *Orense*: 22. R.
Carballo, P. de la *Coruña*: segun los pozos 24 á 30 R.
Carratraca, P. de *Málaga*: 15. R.
Cáseres, P. de *Málaga*: 13. R.
Cestona ó Güesalaga, P. de *Guipuzcoa*: 18 R.
Chiclana, P. de *Cádiz*: fuente amarga y pozo de Braque: 16. R.
Cortegada, P. de *Orense*: tres fuentes 26. 24 y 22 R.
El Molar, *Fuente del Toro*: 15 R.
Elorrio, P. de *Vizcaya*.
Frailes, P. de *Jaen*: 15. R.
Grávalos, P. de *Logroño*: 16 R.
Guitiriz, P. de *Lugo*.
Ledesma P. de *Salamanca*: 40. R.
Losa, P. de *Castilla la Vieja*: fuente de la Salud: 12. R.
Lugo, P. de *Lugo*: tres manantiales: 32; otro 20 R.
Molgas, P. de *Orense*.
Olesa y Esparraguera, P. de *Barcelona*: 23. R.
Orense, P. de *Orense*: 39. R.
Panticosa, P. de *Huesca*: la fuente del estómago: 26. R.
Paracuellos de Jiloca, P. de *Teruel*.

Partovia, P. de *Orense*: 27. R.
Prejiguero, P. de *Orense*.
San Agustin, P. de *Madrid*: 15. R.
San Vicente, P. de *Cataluña*.
Santa Agueda ó Guesalibar, P. de *Guipuzcoa*: 12. R.
Santaella, P. de *Cordova*: R. 18.
Tiermas, P. de *Zaragoza*: la fuente de la Teja ó Chorro 34. los baños 33., la de la Ripa: 32. R.
Trillo, P. de *Guadalajara*: baños de la Piscina ó Leprosa 21. R.
Veran, P. de *Orense*: 22. R.
Villavieja, P. de *Castellon de la Plana*: fuente Calda: 24. R.

3.° En fin, ya se halla en el estado nebuliforme ó en el de pequeños glóbulos diseminados en el aire constituyendo las nubes; ya enteramente gaseosa y mezclada con el aire atmosférico á todas las temperaturas, ó saliendo de lo interior de la tierra á la temperatura de 100.

El agua es el disolvente general, y forma con los óxidos ó las sales unos compuestos de diversas especies, que se llaman *hidratos* y abandonan el agua que tienen, por la calcinacion en un tubo cerrado.

No es necesario que nos estendamos mas sobre la utilidad del agua porque es bien conocida; basta decir que sirve de base á todos los cuerpos vivientes, de bebida á los animales, es uno de los medios de trasporte mas rápidos, y hace mover la mayor parte de nuestras máquinas ya en el estado líquido ó en el de vapor.

§. III. El ÁZOE (*nitrógenes*) es un gas sin color ni olor como el oxígeno y el hidrógeno; pero se diferencia de uno y otro en que apaga los cuerpos en combustion, de modo que basta una bela encendida, para distin-

guir estos tres gases simples. Introduciéndola en el oxígeno arde con estraordinaria rapidez; en el ázoe se apaga; y si se la pone en contacto con el hidrógeno este se inflama. El peso específico del ázoe comparado con el del aire es de 0,9757.

El ázoe se desprende del seno de la tierra durante los fenómenos volcánicos, ó de las grietas que se manifiestan en las diversas partes del globo en los terremotos. Es tambien uno de los principales factores del aire atmosférico, y combinado con el oxígeno forma el *ácido nítrico* ó *agua fuerte* que tanto se usa en las artes, y hace parte de los nitratos; en fin, con el hidrógeno produce el amoniaco. Tambien contiene dos especies el *ázoe puro* y el *aire.*

El *aire atmosférico* es una sustancia gaseosa que mantiene la combustion y la respiracion, dejando libre el ázoe, que se halla en la proporcion de 79 partes por 21 de oxígeno en 100 de aire. De suerte que el ázoe parece destinado á disminuir la energía ó demasiada actividad del oxígeno, porque aunque este último es el único de los gases atmosféricos que sirve para la respiracion, se observa que, cuando es puro, consume rápidamente al animal, que no tarda en perecer.

El aire es el teatro de una multitud de fenómenos físicos que ejercen una grande influencia sobre la tierra. Ademas él penetra por todas partes, llena los poros de las mas de las sustancias minerales que están en la superficie del globo, y es absorvido diariamente por las aguas corrientes, siendo de notar que se disuelve mas oxígeno que azoe. El sabor particular y lo ligeras que son para el estómago las aguas de los rios y de las cascadas, es debido al aire atmosférico que contienen.

§. IV. La palabra CLORO (*chlorum*), que en lengua griega significa *verdoso*, sirve para designar un gas notable

por su color, sabor desagradable, y olor penetrante, picante y tan sofocativo que no se puede respirar aunque esté mezclado con el aire. Este gas es susceptible de liquidarse por una fuerte presion y disminucion de la temperatura; pone pálida, enrojece, y al fin apaga la luz. Su peso específico comparado con el del aire es de 2,4216.

Muy rara vez se halla el cloro en la naturaleza, sin embargo impregna algunas veces las lavas porosas mas ó menos alteradas, y se presume que se desprende muchas en gran cantidad en las erupciones volcánicas; pero se esparce en seguida en la atmósfera, se mezcla con el vapor de agua contenido en ella, y como este gas tiene una gran tendencia á unirse con el hidrógeno, cae combinado mas tarde bajo la forma de lluvia ácida: de suerte que los manantiales que salen de los montes volcánicos contienen casi siempre mayor ó menor cantidad de ácido hidroclórico.

El cloro se disuelve muy fácilmente en el agua; y en este estado se usa mucho, ya como reactivo en química, ya como cuerpo decolorante en la tintorería. Como destruye todos los colores, se sirven de él para blanquear las telas de lienzo, de lana ó algodon. Tambien se le emplea para desinfectar el aire, porque se observa que destruye igualmente todos los olores. Con los metales y los óxidos forma el cloro combinaciones, que se llaman cloruros, y son muy abundantes en la naturaleza; unido con el oxígeno constituye el ácido *hidroclórico*.

Este ácido, que tambien se ha llamado *ácido marino, muriático y cloruro de hidrógeno*, es el resultado de la combinacion de un volúmen de cloro y de otro de hidrógeno sin contraccion; y en peso, de una parte de hidrógeno y de 36 de cloro. Su peso específico es de 1,2447. Es gaseoso, sin color, de un olor picante y fuerte, sa-

bor acre y caústico, enrojece la tintura de girasol, y no sirve para la combustion. En el aire húmedo esparce vapores blancos densos, á causa de su grande afinidad con el agua, en la que se disuelve para formar ácido hidroclórico líquido. Por el peróxido de manganeso ayudado del calor da cloro gaseoso, y precipita en blanco cuando se le trata por las sales de plata. Este precipitado cuajado, pesado é insoluble en el ácido nítrico, pero soluble en el amoniaco, y que se ennegrece por la accion de la luz, es un cloruro de plata.

El ácido hidroclórico existe muchas veces en gran cantidad en los manantiales de las inmediaciones de los volcanes en actividad. Los vapores blancos que se exhalan del cráter del Vesuvio y del Etna son una mezcla de ácido sulfuroso, ácido hidroclórico y vapor de agua. Algunas aguas minerales de la América del Sur contienen este ácido en disolucion.

Se usa mucho en las artes para los mismos usos que el cloro, para preparar diversas sales, y como mordiente; en química se emplea como uno de los reactivos mas poderosos.

SEGUNDO ORDEN.

METALOIDEOS SÓLIDOS FUNDIBLES Y VOLÁTILES.

Los minerales encerrados en este órden, y en el siguiente se distinguen de los del que precede, no solo por su solidez, sino tambien por la posicion que ocupan en medio de los demas cuerpos inorgánicos. Como los primeros son gaseosos, casi no pueden hallarse mas que en la atmósfera; los últimos por el contrario, estan la mayor parte sepultados en el seno de la tierra y combinados con otros cuerpos. Para estraerlos se hace en el parage

que los oculta pozos, galerías, &c.; en seguida se separan de los demas cuerpos con que estan unidos. Pero aunque estas propiedades son comunes á los del órden que sigue, el carácter de su fundibilidad y de volatilizacion les distingue suficientemente.

En este órden no hay mas que un género, el *azufre*, que se encuentre puro en la naturaleza. Pero al mismo pertenecen otros tres cuerpos simples que no forman géneros, porque ellos ni sus compuestos con los metaloideos ya descritos, se encuentran libres en la tierra. Estos cuerpos son el *iodo*, el *selenio* y el *fósforo.* El iodo es un cuerpo gris azulado, en laminillas con brillo metálico, que mancha la piel de amarillo, y se volatiliza por el calor en vapores de hermoso color morado. El selenio es insípido, sin olor, blando pues se deja rayar con un cuchillo, frágil, de color de plomo, y su polvo rojo oscuro. Finalmente, el fósforo se distingue por ser un cuerpo sin color, semitrasparente, flexible, blando, que se quema con rapidez dando mucho calor, una viva luz y un olor particular que se asemeja al de ajo, cuando se aproxima un cuerpo en combustion; finalmente, es luminoso en la oscuridad cuando está encontacto con el aire atmosférico.

De las combinaciones de estas tres sustancias, las de las dos primeras son raras; pero las de la tercera son mas comunes. En efecto, unido el fósforo con el óxigeno y con varias bases constituye los fosfatos que á veces forman montañas enteras, entran en la composicion de los huesos de los animales, &c. Aunque el iodo se ha usado y se usa en la medicina contra las escrófulas y otros males, y el fósforo en las artes, principalmente para obtener luz, nunca se estraen de las sustancias minerales; el primero le sacan de ciertos sargazos, y el segundo de los huesos de los animales. El selenio no tiene usos.

§. I. El AZUFRE (*sulphur*) existe en la naturaleza en diferentes estados: 1.° *nativo*; 2.° combinado con el oxígeno y formando los ácidos *sulfuroso* y *sulfurico*; 3.° combinado con el hidrógeno y constituyendo el ácido *hidrosulfúrico*; 4.° combinado con los demas cuerpos simples, en el estado de *sulfuro*, y unido con el oxígeno y una base en los *sulfatos*, &c.

1.° El *azufre nativo*, es un cuerpo sólido, de color amarillo claro ó de limon cuando es puro; insípido, algo oloroso por el frotamiento, enteramente insoluble y frágil; que cristaliza en octaedros prolongados de base romboidal (1); de lustre bastante vivo y trasparente cuando está puro y cristalizado, dotado de refraccion doble visible á través de dos caras paralelas, y de electricidad resinosa por el frotamiento. Su peso específico es de 2,07 á 2,10; si está fundido solo 1, 99. Se funde facilmente (á la temperatura de 170.° centig.), se volatiliza y se quema al contacto del aire dando, cuando arde lentamente, una llama azulada y un olor sofocante.

Variedades. Le hay, *cristalizado* en octaedros simples ó modificados por el truncamiento de la punta ó de las aristas, en agujas (*acicular*) ó en dendritas (*dendrítico*); en estalactitas (*estalactítico*), muchas veces en eflorescencias *pulverulento*), en masas (*granudo* ó *compacto*), ó mezclado con tierra (*térreo*). Su color y trasparencia son tambien muy variables. Sus diversos colores dependen de las materias con que está mezclado. Si en el estado de pureza es de hermoso amarillo, unido al *selenio* es rojizo; mezclado con tierra verdoso, &c.; tambien puede tener un color de miel, pardusco, gris ó blanquecino. En cuan-

(1) Mitscherlich ha observado que el azufre cristalizado por sublimacion tenia por forma primitiva un prisma romboidal oblicuo, forma incompatible con la otra; lo que indicaria que este cuerpo era dimorfo.

to á la trasparencia unas veces es casi diáfano, otras trasluciente ó enteramente opaco.

El azufre es muy abundante en la naturaleza, y cada dia se le vé en cierto modo formarse, ó mejor dicho, depositarse en los volcanes actuales. Existe en los terrenos de diversa formacion desde los primitivos hasta los terciarios. Humboldt, le ha encontrado en rocas que pertenecian á los terrenos primitivos y á los de transicion. Pero donde existe con mas abundancia es en los secundarios, sobre todo formando hermosos grupos de cristales. Así en varias localidades de Sicilia y particularmente en los valles de Noto, en Catalniseta y Agrigento se beneficia en grande, y es uno de los principales recursos del comercio de esta isla. Forma nidos ó masas mas ó menos considerables en el yeso donde ha sido depositado sin duda por las aguas; esta es una de las localidades en que se encuentran las cristalizaciones mas hermosas y regulares. En Conil, cerca de Gibraltar se presenta el azufre cristalizado en la cal carbonatada. Tambien se encuentra azufre nativo en Aragon y Vizcaya. En Hellin de Murcia, en Genave cerca del rio Segura, en Coria de Salamanca, en Cervera de Soria, y en Benamaurel y Castillgar, partido de Baza, se benefician igualmente minas de azufre. En los terrenos terciarios se cita tambien el azufre, pero es en pequeña cantidad.

El azufre corresponde igualmente á los terrenos volcánicos, particularmente á los volcanes en accion y en las solfataras; porque en los terrenos volcánicos antiguos apenas hay algunos ejemplos. En esta clase de terrenos se le observa en eflorescencias, en agujas finas y estalactitas en los parages por donde salen los vapores sulfurosos, pero no parece formar masas considerables. Por el contrario es muy comun en las solfataras, grandes cráteres de volcanes estinguidos de donde salen todavía vapores mas ó

menos abundantes. Todo el suelo de las solfataras está impregnado de azufre que se puede beneficiar con ventaja. Esto es lo que se hace en particular en la solfatara de Pouzolles cerca de Nápoles, en la que se estrae el azufre destilando en hornos particulares y muy largos, llamados galeras, y dentro de unas vasijas de barro, las tierras que estan inpregnadas de él. Estas vasijas comunican con otras colocadas fuera del horno, á donde el azufre reducido á vapor va primero á condensarse y despues á liquidarse cuando el calor se comunica. Entonces se le saca y se vacía en los moldes.

El azufre existe tambien en las aguas minerales sulfurosas, sobre todo combinado con el hidrógeno (*ácido hidrosulfúrico*), y se deposita á veces bajo la forma de un polvo blanco, sobre las márgenes de los arroyuelos que nacen de estos manantiales.

Sirve el azufre para la fabricacion del ácido sulfuroso, del sulfúrico, de las pajuelas y de la pólvora; para hacer hermosos sellos á los grabadores, y unir los metales con las piedras. En medicina se emplea principalmente en el tratamiento de las enfermedades de la piel. Otro uso menos conocido, pero tampoco menos útil es el de poder servir para apagar los fuegos de chimenea. Dos ó tres puñados de azufre arrojado en el hogar de una chimenea que se ha prendido fuego, bastan para apagarle súbitamente, con tal que se tenga la precaucion de impedir que el aire entre en la chimenea, estendiendo al efecto un paño mojado delante de ella.

2.° El *ácido sulfuroso* es gaseoso, sin color, trasparente de olor sofocante y característico del azufre quemado; no sirve para la combustion; enrojece primero, y luego pone amarilla la tintura de girasol; como el cloro, es susceptible de liquidarse por el frio y la compresion; su peso específico es de 2,24; es muy soluble en el agua

y se compone de un átomo de azufre y dos de oxígeno, ó en peso, segun Bercelius, de 100 partes de azufre, y de 99,44 de oxígeno.

Este ácido se desprende en abundancia en los volcanes en ignicion, siempre mezclado con cierta cantidad de vapor de agua que forma parte constituyente de él. En todas partes donde se quema azufre se forma ácido sulfuroso. Así en el Vesuvio, en el Etna, &c., en que casi siempre hay bocas volcánicas que vomitan fuego, el olor del ácido sulfuroso es muy marcado é incómodo para los que visitan estos parages. En la solfatara de Pouzzolles salen tambien de las grietas del terreno vapores de ácido sulfuroso.

Se emplea con frecuencia en las artes para blanquear las telas de lana y de seda; en medicina para desinfectar los lugares viciados por los miasmas, y al esterior en el tratamiento de la sarna y de otras enfermedades de la piel.

3.° *El ácido sulfúrico ó aceite de vitriolo*, es un líquido sin color, de una consistencia oleaginosa, de un peso específico de 1, 85 comparado con el del agua; sin olor, y de un sabor escesivamente cáustico; y que ennegrece y carboniza las materias orgánicas vegetales y animales. Calentado con carbon, se descompone y desprende ácido sulfuroso, fácil de conocer por su olor característico. Con el agua de barita ó una sal soluble de la misma base, da un precipitado blanco insoluble en el agua y en el ácido nítrico. Se compone de un átomo de azufre y de tres átomos de oxígeno, ó en peso de 100 partes de azufre y de 150 de oxígeno.

El ácido sulfúrico hidratado existe en las inmediaciones de los volcanes en actividad ó en los terrenos volcánicos. Generalmente está diluido en una gran cantidad de agua, ya en ciertos lagos, ya en algunos arroyuelos que salen de las grutas de esta clase de terrenos.

Este ácido es muy importante en las artes y en medicina pues sirve para la preparacion: 1.° de los ácidos nítrico é hidroclórico por la descomposicion del salitre y de la sal marina; 2.° de la de la sosa artificial, de los sulfatos, &c. En medicina se usa, diluido en una gran cantidad de agua, para formar bebidas refrigerantes conocidas con nombre de *limonadas minerales.* Con él tambien se prepara el agua de rabel y el éter sulfúrico; pero tanto en estos casos como en los precedentes es casi siempre el ácido artificial el que se emplea.

4.° El ácido hidrosulfúrico, tambien llamado *hidrógeno sulfurado*, es un gas sin color, de olor fuerte desagradable á huevos podridos, y sabor igualmente ingrato y ácido; no sirve para la combustion, pues apaga los cuerpos encendidos, y se quema el mismo convirtiéndose en agua y ácido sulfuroso, cuando se aproxima una bugía á una campana que le contenga; enrojece la tintura de girasol y acaba por hacerla perder el color.

El ácido hidrosulfúrico gaseoso es raro en la naturaleza. Sin embargo, algunas veces se forma en las inmediaciones de los volcanes, se desprende de las materias animales en putrefaccion ó de las aguas que contienen materias orgánicas en descomposicion. Disuelto, existe en las aguas minerales sulfurosas, á las que comunica el olor desagradable que le es propio.

Este ácido en el estado gaseoso es muy deletéreo, y esto es lo que hace tan peligrosa la limpia de ciertos pozos de inmundicia. Los esperimentos han probado que una milésima parte de este ácido diseminado en el aire, podia hacer perecer las aves que le respirasen, y que una centésima es suficiente para dar la muerte á los perros mas robustos. Disuelto en el agua su accion es menos intensa. Entonces se le emplea bajo la forma de baños ó de lociones, y aun al interior en una multitud de enferme-

dades diferentes, y en particular en las de la piel, infartos escrofulosos, reumatismo crónico, &c.

TERCER ÓRDEN.

METALOIDEOS SÓLIDOS, INFUNDIBLES Y FIJOS.

Los tres cuerpos que forman este órden tienen entre sí mucha analogía; pues ademas de distinguirles todos los caractéres del órden, se combinan con el hierro y dan unos productos análogos al acero. Sin embargo, alguno de ellos, tal es el siliceo, ofrece algunas relaciones con el titanio, molibdeno, &c.; pero si se hubieran de tener en consideracion todas las analogías de los cuerpos, seria imposible toda clasificacion. Este órden comprende tres generos, el *carbono*, *boro* y *silíceo*.

§. I. El CARBONO (*carbo*) es tan comun como el azufre, á lo menos en el estado de combinacion con otros cuerpos, ya con el óxigeno y el hidrógeno formando el *ácido carbónico* libre ó combinado en los *carbonatos*, y el *hidrógeno carbonado*; ya con el hierro en el *grafito*; ya haciendo parte de todos los seres orgánicos y de las materias carbonosas fósiles que traen orígen de estos seres. Pero no sucede lo mismo cuando está puro; en este caso constituye el diamante, que es una especie rara.

1.ª El *diamante* está siempre cristalizado; por lo comun en un octaedro regular ó prolongado, algunas veces en tetraedro, en cubo-octaedro ó en dodecaedro esferoidal: en algunos casos los cristales se hallan reunidos; se talla con facilidad en ciertos sentidos, y da su forma primitiva; es de refraccion simple, capaz de adquirir la electricidad vítrea ó positiva, fosforescente por el calor, y el cuerpo mas duro que se conoce, pues raya á todos

los cuerpos, y no es rayado por ninguno; su peso específico es de 3, 52. Ordinariamente el diamante es perfectamente diáfano y sin color, pero puede tener el de rosa, rojo de jacinto, amarillo, verde, ahumado ó negro, y ser opaco. Es susceptible del mas hermoso pulimento y tiene, cuando está tallado y pulimentado, el mas vivo brillo. Con el soplete al fuego de oxidacion pierde su pulimento, pero se consume dificilmente. Sin embargo puede quemarse en el oxígeno y formar ácido carbónico sin dejar residuo. La grande fuerza refringente del diamante habia hecho adivinar á Newton que pertenecia mas á las sustancias combustibles que á las piedras.

No se han encontrado todavía diamantes sino en muy pocas localidades y en pequeña cantidad á la vez. La India, y sobre todo los reinos de Galconda y Visapur han sido durante largo tiempo los únicos paises de donde se sacaba esta piedra preciosa. Tambien se la halla en la isla de Borneo. Pero hoy dia la mayor parte de los diamantes del comercio vienen del Brasil. En fin, recientemente parece se han descubierto diamantes en Siberia, hácia la falda occidental de los montes Urales.

Esta sustancia se encuentra casi siempre en depósitos de acarreo, diseminada en medio de fragmentos de cantos rodados, de hierro en granos reunidos por una arcilla rojiza y ferruginosa. Estos depósitos se encuentran en los valles y orillas de los rios. En el Brasil en la provincia de Minas Geraes les dan el nombre de *Cascalho.* Este cascajo se lava con cuidado para separar la arcilla y todos los fragmentos ligeros, y en el residuo lavado es en donde se hallan los diamantes.

Los que en otro tiempo se dedicaban á buscar esta sustancia obtenian grandes utilidades; pero actualmente parece que no son tantas, pues por término medio el Brasil no vierte en el comercio mas que de unos 25 á

30,000 quilates, lo que hace 12 ó 15 libras de diamantes por año. El quilate, que sirve de peso al diamante es de cuatro granos. Los gastos de beneficio de cada diamante de un quilate ascienden para el Gobierno Brasileño á cerca de media onza de oro. El precio del diamante varía por quilates segun es mas ó menos limpio y sin defecto, y aumenta rápidamente con el peso. Así un diamante en bruto de un quilate cuesta mas de doscientos reales, cerca de ochocientos los de dos, sobre mil seiscientos los de tres &c. Cuando estan tallados se venden mucho mas caros; el precio es diverso tambien segun la talla; á los que son poco gruesos y aplastados por uno y otro lado, se les hace una punta de 24 caras y se les llama *rosas,* siempre son mucho menos estimados que los que teniendo bastante espesor, son tallados con una carita encima.

Los antiguos conocian el diamante y le daban un gran precio, sobre todo á los que eran naturalmente brillantes y de forma regular, puesto que ignoraban el arte de tallarle, hasta que en 1476 Luis Berguens descubrió que el diamante podia ser desgastado por su propio polvo, y llegó por este medio á poder no solamente pulirle, sino tambien á darle todas las formas que se queria.

Algunos diamantes son célebres por su grandor y su precio. Todos estos proceden de la India. Los mas voluminosos de los conocidos son el del Raja de Masun en Borneo que pesa 367 quilates (mas de dos onzas y media). El Emperador del Mogol posee un diamante que Tavernier compara á un huevo partido por el medio; pesa 279 quilates, y está valuado en unos cuarenta y cuatro millones de reales. El que tiene el Emperador de Rusia pesa 193 quilates; es de la magnitud de un huevo de paloma, y ha sido comprado en 8.200,000 rs. y una pension vitalicia de cerca de 100,000 reales. Pero el mas hermoso, no por su volúmen, sino por su perfeccion,

pureza y buena forma es el *Regente* que pertenece á la corona de Francia. Tiene de peso 136 quilates, pero antes de ser tallado pesaba 410, fué comprado durante la regencia del Duque de Orleans en unos 9 millones de reales y se estima en el doble.

El diamante por su dureza, que le hace conservar el pulimento, su brillo y refraccion tan viva, es la piedra mas preciosa y mas cara de todas para hacer joyas. En las artes se emplea para perforar y pulimentar las piedras finas, servir de eje en los relojes, y en fin, para cortar el vidrio, aunque para este uso segun los esperimentos de Wollaston pudieran reemplazarle todas las sustancias que cortan el vidrio, si se tallasen en aristas curvilíneas.

2.ª El *grafito ó plombagina* es una materia de color gris, negruzco, con lustre metálico, granuda, bastante tierna, suave y como untuosa al tacto, que raya el papel de color gris de plomo, arde dificilmente por el fuego del soplete, pero el nitro activa su combustion. Esta sustancia segun el análisis que Berthollet y Monge han hecho se compone de carbono y de óxido de hierro. Este último entra solo en la proporcion de nueve á diez partes por 100. El grafito es ordinariamente compacto, algunas veces escamoso ó en hojas. Por lo comun pertenece á las rocas pizarrosas de los terrenos primitivos y de transicion donde forma filones y masas: en la montaña de Labour en los Pirineos; en Babiera, en el Cumberland en Inglaterra, donde es de estremada pureza, en Toledo, Marbella de Murcia y á media legua del lugar de Monasterio cerca de Cazalla.

La propiedad que tiene de tiznar el papel le hace servir para hacer los lapiceros llamados de lápiz plomo. Los de Inglaterra son los mejores; se los hace mas negros sumergiéndolos en aceite, pero se conocen porque la madera está como barnizada, y tienen el inconveniente

de no poderse borrar las líneas que con ellos se marcan. Tambien se emplea reducido á polvo para preservar al hierro colado que se enmohezca ú oxide, para suavizar el roce de las ruedas y hacer crisoles infundibles mezclándole con un poco de arcilla.

3.ª El *ácido carbónico* es un gas sin color, de un olor picante, inservible para la combustion y la respiracion y de un sabor agrillo; poco soluble en el agua, á no ser que se aumente la presion, enrojece la tintura de girasol, precipita el agua de cal en blanco, pesa 1,5277 comparado con el aire, y puede liquidarse por una fuerte presion.

El ácido carbónico se compone de un volúmen de carbono y otro de gas oxígeno condensados en uno solo, ó de 100 de oxígeno y de 37,50 de carbono, ó en fin, de un átomo de carbono y de dos átomos de oxígeno.

Este gas está muy esparcido en la naturaleza aunque se encuentra en pequeña cantidad. Forma parte de la atmósfera, en cuya composicion entra por una centésima parte; se desprende de la tierra en muchas localidades pertenecientes á los terrenos volcánicos, y aun á terrenos secundarios. Algunas veces se acumula en ciertas grutas donde su considerable densidad le retiene en la superficie del suelo, encima del cual forma una capa solamente de uno ó dos pies de espesor. Una de las grutas mas conocidas bajo este aspecto es la del *perro*, cerca del lago de Agnano, en el golfo de Nápoles. El ácido carbónico forma en ella una capa de cerca de dos pies de altura; un hombre puede entrar en esta gruta sin que le cause la menor molestia; pero un perro, encontrándose por su altura menos elevada, sumergido en la atmósfera del ácido carbónico, cae inmediatamente asfixiado, y acabaria por sucumbir si no se le sacase con presteza de este sitio. Es probable que el famoso valle de la muerte en la

isla de Java, acerca del cual se han inventado tantos cuentos ridículos, debe su accion violentamente mortal al ácido carbónico que se desprende de su fondo.

El ácido carbónico gaseoso existe tambien en los pozos y en las minas, sobre todo cuando hace mucho tiempo que estan abandonadas. Las aguas minerales acídulas gaseosas contienen tambien mucho ácido carbónico libre: tales son las que arriba van mencionadas. Estas aguas salen de diversas especies de terrenos sean primitivos, de transicion, secundarios ó volcánicos. Tambien se forman, todos los dias por la respiracion animal y la fermentacion de las sustancias vegetales.

El gas ácido carbónico es muy deletéreo, y apenas se usa en medicina á no ser disuelto en el agua. Entonces es un sedante, refrigerante y diurético. Las aguas gaseosas, á las que comunica su sabor picante, se emplean con buen resultado para hacer cesar los vómitos espasmódicos. Este gas es tambien el que hace espumar la cerbeza y el vino de Champaña.

4.ª El *hidrógeno carbonado* ó *proto-carburo de hidrógeno* es un gas sin color, insípido y sin olor cuando está puro, insoluble en el agua, susceptible de inflamarse por su contacto con un cuerpo encendido, y de quemarse con una llama amarillo-rojiza; se compone de 4 átomos de hidrógeno y de uno de carbono.

Este gas es bastante comun en la naturaleza. Se desprende de las aguas cenagosas ó del fango que ha quedado á descubierto por la retirada de las aguas. En algunas localidades sale de la tierra acompañado de aguas saladas; en otras se levanta ya de terrenos secos y pedregosos, ya de ciertos pantanos y fuentes; en fin, en muchas minas de carbon de piedra, particularmente en las que este es muy graso y bituminoso, es decir, de escelente calidad, se desprende con frecuencia gas hidróge-

no carbonado mezclado con un poco de ácido carbónico. Este gas por su inflamacion súbita, da lugar á accidentes escesivamente graves que comprometen singularmente la vida de los mineros. Por fortuna, las lámparas de seguridad de Davy han hecho estos accidentes mas raros.

A las especies precedentes es preciso agregar otras varias que por tener un orígen orgánico deben incluirse en un apéndice que comprenderá todas las materias carbonosas, bituminosas y resinosas fósiles que pueden constituir tres grupos: los *carbones*, los *betunes* y las *resinas*.

1.° *Carbones*. Entre los carbones se encuentran cinco especies interesantes, que son: la *antracita*, el *carbon de piedra*, la *lignita*, la *tierra de Colonia* y la *turba*.

La *antracita* es una sustancia negra, opaca, tierna, lustrosa, compacta ó resquebrajada, algunas veces de testura fibrosa ó granuda, y que tiene enteramente el aspecto del carbon de piedra, del que se diferencia por su composicion, y porque arde dificilmente, sin llama ni humo. Está formada de carbono y de un poco de hidrógeno, sin vestigios de materia bituminosa, que por el contrario es muy abundante en el carbon de piedra. Segun Haüy, la antracita presenta indicios de cristalizacion, puesto que por la division mecánica se llegan á obtener ya prismas, hexaedros regulares, ya prismas rectos romboidales. Por lo demas, la antracita son los restos que nos quedan de la mas antigua vegetacion del globo. En efecto se encuentra en los terrenos de transicion en los Alpes Delfinado, Suiza, &c. Pero se la vé tambien en formaciones mas recientes, muchas veces mezclada con el carbon de piedra, del que parece no ser sino una modificacion. En general está acompañada de rocas de orígen ígneo, como los pórfidos, doleritas, &c.

La antracita se emplea como combustible, pero es preciso mezclarla con leña ó cualquiera otra materia para

que pueda inflamarse, ó á lo menos para encenderla. En los hornos de fundicion en donde la masa de combustible es muy considerable, la antracita es un escelente recurso.

El *carbon de piedra*, ú *hornaguera*, que otros llaman *hulla*, es tambien una materia negra, seca, brillante, bastante tierna y frágil, que arde fácilmente con llama y humo negro, esparce un olor bituminoso particular, y que se reblandece, se hincha y aglutina por el calor, dando por residuo una materia carbonosa, de un aspecto metaloideo, dura, ligera y áspera al tacto. El carbon de piedra contiene, ademas del carbono que forma la mayor parte, una materia bituminosa y volátil; por el análisis elemental ofrece la misma composicion que las sustancias vegetales, es decir, que se encuentra en ella carbono, hidrógeno y oxígeno. Igualmente parece que contiene un poco de ázoe porque da amoniaco por la destilacion.

La hulla presenta en general la estructura pizarrosa, algunas veces laminosa y aun granuda. En algunos casos ofrece reflejos irisados. Pero en general pueden distinguirse dos principales variedades:

1.° La *hulla grasa* que arde con facilidad, se hincha, se funde en cierto modo y se aglutina por el calor, dejando poco de residuo despues de su combustion, porque contiene muchas materias bituminosas.

2.° La *hulla seca* mas pesada, que arde mas dificilmente sin derretirse ni aglutinarse, dejando mucho residuo. Tiene pocas materias bituminosas, y á esta variedad se la da el nombre de *estípita*. Todavía se conocen otras variedades como la *laminosa*, *pizarrosa*, *daloidea*, *compacta*, *bacilar é irisada*.

El carbon de piedra ocupa la parte mas inferior de los terrenos secundarios, acompañado de materias arenáceas que se han llamado terreno carbonífero. Allí forma capas sobre-

puestas, á veces en gran número, teniendo en general una forma cóncava con una inclinacion mas ó menos marcada, otras veces estan rotas y dispuestas en Z (lám. IV. fig. 1). Algunas no tienen treinta pulgadas de espesor, otras veinte, treinta pies y aun mas. Esta sustancia está evidentemente formada de partes de vegetales carbonizados que han esperimentado una alteracion mas ó menos profunda. Asi se distinguen fácilmente hojas, y en particular de helechos, tallos de equisetáceas, bambues, &c.

El carbon de piedra se esplota en diferentes localidades, sobre todo en Inglaterra, Francia y Alemania. En España existen minas muy ricas en Asturias, Andalucia, Aragon, provincia de Guadalajara, cerca de Almaden, &c.

Este mineral es un escelente combustible, muy útil sobre todo en las grandes fábricas de fundicion, y otras donde es menester un fuego muy violento. Tambien se puede sacar de él por la destilacion al fuego, el gas hidrógeno deuto-carbonado que sirve para el alumbrado. El residuo es un carbon muy bueno privado de materia bituminosa, que los ingleses llaman coak, que puede reemplazar perfectamente al carbon de leña.

La *lignita ó leña bituminosa fósil* es negra, algunas veces parda, opaca, mas ó menos dura, fibrosa, hojosa ó compacta; arde fácilmente con llama, y humo negro, muchas veces bituminoso ó fétido, sin reblandecerse ni esponjarse, y da un carbon análogo al de madera. La lignita parece tener grande analogía con el carbon de piedra puesto que se halla designada con el nombre de *hulla seca*; pero sin embargo se diferencia de él porque en la destilacion no da naftalina.

Se distinguen muchas variedades de lignita; en una la estructura de la madera se ha conservado perfectamente, esta es la lignita *jiloidea*. Cuando la lignita es bien compacta y dura, es susceptible de adquirir

un hermoso pulimento, y constituye el *azabache.*

Las lignitas se presentan al fin de los terrenos terciarios, pero sobre todo en los terrenos secundarios donde forman muchas veces depósitos considerables, pero que como los de la hulla parecen haberse formado en cuencas circunscritas. Las lignitas se encuentran en los alrededores de Paris, Marly, &c. En España parece que hay una mina de azabache fino en Aragon cerca de Daroca, otra de lignitas comun hácia el nacimiento del Manzanares, y otras á legua y media del norte de Tuejar en Valencia; y verosímilmente las habrá en otros puntos de la Península.

Las lignitas son muy buenos combustibles, aunque dan menos calor que el carbon de piedra; el azabache se emplea en hacer pendientes, collares, &c., y otras joyas ó adornos de luto.

La *tierra* de *Colonia* ó de *sombra* es una materia pulverulenta, parda, terrosa, que arde con facilidad, pero sin llama ni humo, y que da por residuo cenizas blancas ó rojas. La tierra de sombra proviene de madera mas ó menos descompuesta. En los lugares donde se esplota se encuentran muchas veces tallos de árboles monocotiledones ó dicotiledones mas ó menos alterados, y la tierra de sombra no es otra cosa que el resultado de esta alteracion. Se halla en Umbría, provincia de los estados Romanos, en los alrededores de Colonia, en las orillas del Rhin, &c. Sirve de combustible y para la pintura al olio y al temple.

La *turba* es una materia de orígen evidentemente vegetal, que existe en la superficie del suelo en ciertas localidades. donde se produce y se regenera incesantemente. Es parda ó casi negra, compuesta de partes filamentosas, de restos de plantas estrechamente unidas entre sí; pero que no han esperimentado una verdadera descomposicion. Algunas veces es casi compacta; cuando

ha sido convenientemente desecada arde fácilmente, pero sin llama, con mucho humo, y da por residuo un carbon poroso y muy ligero. Siempre se encuentra en sitios bajos y húmedos, en las llanuras ó cuencas donde el agua se estanca. Allí es debida á la acumulacion de las plantas que viven en medio de las aguas y que acaban por formar masas mas ó menos compactas. Estos depósitos de turba son comunes en infinitos parages. Muchas veces la turba presenta un espesor considerable, y está separada en capas distintas por bancos de arena ó de guijarros, que anuncian que su formacion ha sido sucesiva y muchas veces interrumpida. Las partes mas superficiales de la turba son las mas groseras, las mas fibrosas, es decir, en las que el orígen de estos depósitos es mas evidente. Pero á medida que se desciende mas profundamente es mas compacta, mas homogénea, y contiene menos cuerpos estraños. Se encuentran con frecuencia en la turba conchas y troncos de árboles, algunas veces muy bien conservados y otras alterados.

La turba siempre está mas ó menos impregnada de agua, es blanda, y se deja fácilmente penetrar; por esto los cuerpos duros y pesados puestos en la superficie no tardan en hundirse. Así se han encontrado á una profundidad considerable en su interior, instrumentos de hierro, ó utensilios de menage. La turba sirve de combustible en las localidades en que se esplota.

2.º *Betunes.* Se designan con el nombre de betunes unas materias resinoideas sólidas, olorosas, susceptibles de inflamarse y de arder, esparciendo un humo mas ó menos denso y un olor fuerte y particular que les caracterizan.

Todas las especies pueden reducirse á dos grupos, *betunes líquidos*, y *betunes sólidos.* Entre los primeros se cuenta la *nafta*, el *petróleo* y la *malta.*

La *nafta* es un líquido ordinariamente amarillento,

de un olor fuerte, bastante análogo al de la brea, casi sin color cuando ha sido purificado, en cuyo caso es tambien casi sin olor; su peso específico es de 0,8. Se inflama y arde con bastante facilidad, en cuanto se le aproxima un cuerpo de ignicion aun sin tocarle. Se disuelve con la mayor facilidad en el alcohol en todas proporciones, y sirve de disolvente á los demas betunes y resinas; parece que se compone de un átomo de carbono y dos de hidrógeno. La nafta rara vez está pura en la naturaleza; por lo comun casi siempre tiene mezcladas otras materias bituminosas, y se encuentra por lo regular en los parages en que se desprende gas hidrógeno carbonado. Así, se dice que es muy comun en las orillas del mar Caspio. Cuando en estos parages se hace un agujero ó pozo de unos diez pies de profundidad, la nafta se reune en él. Tambien se ha encontrado la nafta en Amiano y en otras localidades del Apenino. En Francia la hay en el pueblo llamado Gabian cerca de Pezanas.

Los usos de la nafta no carecen de importancia, pues es un estimulante enérgico, que se ha empleado como antiespasmódico, y con mas frecuencia aun como vermífugo, ya tomado interiormente ó en embrocaciones hechas en el vientre con un linimento en cuya composicion entra. La nafta puede servir, y en efecto sirve donde existe, para el alumbrado, y se usa para conservar el potasio.

El *petróleo* es una variedad de la nafta pero se diferencia en que es mas espeso, mas colorado, y de un olor mas fuerte. Arde muy fácilmente, pero esparciendo un humo negro y denso, dejando un ligero residuo. Por la destilacion se separa la nafta.

El petróleo es muy comun en Francia, en la Aubernia y en el departamento de las Landas. Sirve para barnizar el cordage á manera de la brea; para el alumbrado y en medícina se emplea como la nafta.

La *malta* se conoce con los nombres de *pez mineral*, *brea mineral*, *betun glutinoso*. Es espesa, glutinosa. negra y susceptible de hacerse sólida por el enfriamiento, La malta se diferencia del petróleo por su mayor consistencia, y en cierto modo por su impureza. Es soluble en el alcohol, y en la esencia de trementina, pero dejando un poco de materia bituminosa insoluble. La malta se encuentra generalmente en los terrenos terciarios; sin embargo, esta materia parece tambien pertenecer algunas veces á los terrenos secundarios. Se recoge en muchas partes de Francia, entre otras en la Aubernia.

La malta tiene los mismos usos que la brea, para embrear telas y cordages; sirve tambien para hacer buenas argamasas, cuando está mezclada con arena. En fin, en la Aubernia, Suiza &c., la emplean para untar las ruedas de los carruages.

Las especies principales de betunes sólidos son el *asfalto* y la *elaterita*.

El *asfalto*, *betun de Judea ó bálsamo de momia*, es una materia sólida, negra, resinoidea, de fractura lisa y generalmente concoidea; sin olor, infusible al calor del agua hirbiendo, insoluble en el alcohol, y que puede arder esparciendo un olor bituminoso bastante fuerte. Esta materia es muy comun en el lago de Judea, asfáltico ó Mar muerto. Tambien se encuentra en Tenerife en nuestras Canarias y otras localidades. Los Egipcios le usaban para embalsamar los cuerpos, y en el dia sirve para la preparacion de algunos barnices negros, y para fabricar el color conocido con el nombre de momia.

Con el nombre de *elaterita*, *betun elástico ó cacaoutchouc mineral*, se distingue una materia pardusca, bastante blanda, un poco estensible, de estructura hojosa y fácilmente fundible en una materia que conserva su fluidez. Su olor es fuerte y particular. Segun Henry, se

compone de carbono, oxígeno, hidrógeno y ázoe. Pudiera pues provenir de la descomposicion y de la alteracion de las materias animales en el seno de la tierra, al paso de que los demas betunes serian de orígen vegetal. El betun elástico se halla en Inglaterra y recientemente se ha encontrado en Francia, en una mina de carbon de tierra en Montrelais, departamento del Loira interior.

3.º *Resinas.* Las especies de resinas fósiles son tambien en corto número, el *copal fósil*, y el *succino.*

Comprendense bajo la denominacion de *copal fósil* ó *resina* de Highgate todas las sustancias resinosas amarillas ó parduscas, fundibles en materias trasparentes, pero que no dan ácido sucínico por la destilacion. Se encuentran en arcillas de los terrenos terciarios, margas, y arenas, y aun en lignitas como en Highgate cerca de Lóndres.

El *succino ó ambar amarillo* es una materia que recuerda el descubrimiento de uno de los mas grandes fenómenos de la naturaleza, la electricidad, cuyo nombre es el del succino *(electron)* entre los griegos, porque el succino es una de las materias en las que se desenvuelve la virtud eléctrica con la mayor facilidad por frotamiento. Es una sustancia resinoidea de un color amarillo de miel, trasparente ú ópaca, sólida, en pedazos de figura y volúmen variables, sin olór, insoluble en el alcohol, que se funde esparciendo entonces un olor aromático, se quema con llama y humo y da por la destilacion un ácido particular llamado succínico. Su peso es de 1,07 á 1,08. Esta materia se compone de carbono, hidrógeno y oxígeno.

Hay variedades de sucino que son opacas y como lechosas, otras impuras y terrosas. Su color es bastante variable; asi hay variedades pardas, casi rojas ó com-

pletamente negras. Algunas veces encierra en su interior insectos ó restos de vegetales pertenecientes á la familia de las coníferas. Estos insectos, muchas veces muy bien conservados, corresponden á muchos órdenes distintos.

El succino abunda particularmente en los terrenos terciarios, en medio de los grandes depósitos de lignita. Se le ha encontrado en Anteuil cerca de Paris, y en otras muchas localidades. Existe tambien en grande abundancia en las orillas del Báltico entre Memel y Dantzig, de donde se sacan los mas hermosos pedazos, y donde se trabaja con el mayor primor. En Sicilia es muy abundante en el lecho de ciertos arroyos, particularmente á los alrededores de Catania al pie del Etna. En España, parece haberse hallado en Asturias y en Villafranca y Quesa en el Reino de Valencia, y en el monte Alcorai á dos leguas de Alicante.

El ambar se labra, y se hacen con él cajitas, joyas como collares, rosarios, &c., tubos de pipas de fumar mangos de cuchillos y otros varios objetos. Sirve para la preparacion del ácido sucínico y entra en la composicion de los barnices grasos. En medicina se ha administrado como antiespasmódico, en polvo porfirizado ó en jarabe. Antes de ahora se estraia un aceite por destilacion que se usaba alguna vez.

§. I. El BORO (*borum*) es un cuerpo poco importante, no á causa de su rareza sino de su poca utilidad. Jamas se halla libre en la naturaleza, sino que combinado con el oxígeno constituye el ácido bórico que se encuentra libre ó unido á las bases y formando boratos Cuando por medio del arte se le ha estraido del mineral que le contiene, se presenta bajo la forma de un polvo pardo verdoso, sin olor é insípido. Este género solo tiene una especie que es el *ácido bórico hidratado* ó *sasolina*. Esta sustancia, llamada tambien *sal sedativa* de *Homberg*,

existe en pequeñas escamas delgadas, blancas, brillantes anacaradas y untuosas al tacto, separadas ó reunidas en masas, de un débil sabor acídulo, poco solubles en agua fria, mas solubles en la caliente; que se funden fácilmente por el calor en su agua de composicion, forman por el enfriamiento un *vidrio*, y comunican al alcohol que se quema una llama de hermoso color verde. Está compuesto de dos átomos de oxígeno, uno de boro y de dos de agua.

La sasolina ó existe en disolucion en las aguas de ciertos lagos de Toscana, en Saso, cerca de Siena, de donde se ha derivado el nombre de sasolina, ó en depósitos que se forman por el enfriamiento de vapores que salen con ruido de las entrañas de la tierra.

Tambien forma parte de ciertos productos volcánicos, como en las ilas de Lípari donde está mezclado con el azufre.

Esta sustancia sirve para la preparacion del espíritu de vino que se pone en los flameros ó vasos destinados á rodear los catafalcos en las ceremonias fúnebres; para la del borax ó subborato de sosa, y la del tártaro soluble: algunos médicos la administraban antiguamente como antiespasmódica, pero en el dia está bajo de este aspecto casi enteramente abandonada.

§. III. El SILICEO (*silicium*), que otros llaman *silicio*, saca su nombre de *silex*, pedernal, porque combinado con el oxígeno forma la sílice, que es la base del pedernal, así como de todos los cuerpos que se le parecen por la composicion. Antes de ahora se ha considerado á la sílice como una tierra, pero los descubrimientos de Bercelius la han colocado en el rango de los ácidos. La sílice, óxido de siliceo ó ácido silícico, presenta variedades muy diferentes en la apariencia, pero compuestas de lo mismo á escepcion de las mezclas mecánicas y de los co-

lores debidos á diversos óxidos metálicos, pero que todas pueden referirse á dos especies principales, segun que está anhidra ó que contiene agua. La primera se llama *cuarzo*, y la segunda *ópalo*.

1.ª El *cuarzo* varía mucho en su aspecto, color, estructura y demas caractéres físicos; pues comprende piedras enteramente diferentes unas de otras, tales son el cristal de roca, la amatista, las ágatas, los jaspes, el pedernal, &c. Todas estas piedras pueden reducirse á cuatro variedades principales que se pueden considerar como sub-especies, á saber: el *cuarzo hialino*, las *ágatas*, el *pedernal* y el *jaspe*.

El *cuarzo hialino* ó *cristal* de *roca* es la sílice en el estado de pureza; forma una materia vidriosa, diáfana, dura puesto que raya el vidrio con facilidad y da chispas con el eslabon, que cristaliza generalmente en hermosos prismas hexaedros regulares terminados por pirámides de seis caras, pertenecientes al sistema del romboedro; goza de doble refraccion, pero á través de dos caras paralelas, pesa 2,6, y puede adquirir fácilmente por el frotamiento la electricidad pósitiva ó vítrea. No blanquea por el fuego, y se compone de 48 de sílice y de 52 de oxígeno.

El cuarzo hialino puede presentar un gran número de variedades en sus formas cristalinas, estructura, color, &c. Asi puede estar perfectamente cristalizado en prismas hexaedros apuntados ó en dodecaedros triangulares modificados por truncaduras ó alterados por el ensanchamiento de las caras paralelas; bien, aislados, ó reunidos en un grupo regular ó irregular, afectando en este último caso la forma globosa ó la drúsica Tambien puede hallarse *mamelonado*, *botrioidal*, *coraloideo*, *incrustante*, *tubuloso* (fulgurita), *hojoso* en masas separables en láminas: *estratoideo*, *bacilar*

fibroso, *compacto*, rara vez *litoideo*, *sacaroideo*, *granudo* ó formado de pequeños granos cristalinos (*cuarcita*) muy adherentes entre sí, y *arenaceo* (*arena*) ó en granos movedizos ó ligeramente aglutinados, puros ó mezclados con mica, arcilla, hierro, &c., en fin, *diáfano*, *trasluciente*, *lechoso* ú *opaco*.

Aunque naturalmente no tiene color los ofrece accidentales muy variados: puede ser gris, blanco de leche, rojo (*cuarzo sanguíneo* ó *jacinto* de *Compostela*), de color de rosa (*rubí falso* ó *rubí* de *Silesia*); azul de violeta ó morado (*amatista*), azul (*falso peliom*), verde de puerro, de aceituna ó de prado claro (*prasa* ó *esmeralda falsa*), amarillo con diferente intensidad (*topacio falso*), casi negro (*cuarzo ahumado*). Las masas de cuarzo hialino están algunas veces sembradas con bastante uniformidad de pequeños puntos brillantes de diverso color (*aventurinado*), otras penetradas de filamentos sedosos de asbesto que estan interpuestos en su interior, y dan reflejos anacarados (*ojo* de *gato* ó *cuarzo cambiante*), ó de óxidos de titanio en agujas, barita sulfatada, de pirita de hierro, de clorita, &c. En ciertos casos aparece *irisado* á causa de alguna fisura natural ó accidental, ó presenta cavidades en las que se contienen un líquido por lo comun aceitoso ó acuoso y un gas (*cuarzo aerohidro*).

Por último, unas veces su aspecto es *vidrioso*, otras *graso* como si se hubiese frotado con aceite, ó *empañado*; *inodoro* ó con un olor fuerte de ajo que se desenvuelve por el frotamiento.

El cuarzo hialino cristalizado ó compacto, pertenece especialmente á los terrenos primitivos y de transicion, donde el último se halla en grandes filones solo ó acompañado de una multitud de minerales raros y preciosos; pero puro y cristalizado se encuentra por lo comun en

pequeñas masas cubiertas á veces como de una capa rubiginosa (que oculta su trasparencia, pero que se quita fácilmente), tapizando las cavidades de los filones. Tambien constituye las grandes masas de arena.

El cuarzo hialino en granos irregulares forma parte esencial de las rocas graníticas, en las que entra por el tercio de su masa, y es el mineral que sirve generalmente de *ganga* ó de materia que rodea inmediatamente á los metales; sus variedades coloradas y en partícular la amatista, se hallan en filones ó en ágatas.

La España abunda mas que ningun otro pais en cuarzos. El cristal de roca se encuentra en Horcajuelo, Careros de Estremadura y en las cuestas de San Isidro en Madrid; en Santiago de Galicia se ve el rojo de jacinto; las amatistas en Pozo Blanco, en Teruel en el Filon del Collado, cerca de Vique en Cataluña, y aun en las montañas de Murcia; en Hinojosa de Duero el amarillo, que es de hermoso color, y el negro en Mallorca. En San Fernando hay bellas venturinas de diversos colores, y en Horcajuelo, Molina de Aragon y Teruel un cuarzo con variedad de colores, testura fibrosa de amianto y lustre sedoso.

En cuanto al cuarzo comun abunda en San Lorenzo y San Ildefonso, donde se ven entre otros el cuarzo laminoso y el fibroso: en Torre Milano hay un cuarzo gris verdoso de testura radiada; tambien se encuentra en Hinojosa de Córdoba y contornos de Madrid.

Los usos del cuarzo hialino son muy variados. El puro y las variedades de buen color adquieren hermoso pulimento. Antiguamente se tallaban para hacer copas, vasos de gran valor y se grababan; pero en el dia se emplean para hacer joyas, sellos y otros adornos; y cuando es sumamente diáfano y sin color, para escelentes lentes de anteojos, que no se rayan, teniendo el cuidado de tallarlos

perpendicularmente al eje de cristalizacion á causa de la doble refraccion.

La arena y las diversas especies de cuarzo sirven para la fabricacion del vidrio y del cristal: el primero no es mas que un silicato alcalino; el cristal artificial es un silicato de potasa y de plomo. En Metalurgia se usan como fundente, sobre todo para quitar á los minerales de cobre el óxido de hierro.

Bajo el nombre de *ágatas* se comprenden varios cuarzos de estructura compacta, pasta fina, fractura cérea, semitrasparentes ó traslucientes, de colores generalmente vivos, muchas veces mas duros que el cuarzo hialino, de mayor tenacidad, y que se presentan por lo comun en masas globosas, en riñones, estalagtitas, estalagmitas y seudomórficos; con frecuencia tienen geodas, en que se ven cristales de cuarzo hialino, y en circunstancias mas raras estas cavidades estan llenas de agua y se llaman *enhidras*. Las variedades de ágatas son muy numerosas, pero solo mencionaremos las mas principales que han merecido nombres particulares.

Llámase *calcedonia* cuando el color es blanco, lechoso y algunas veces con un matiz azulado, verdoso ó de rosa: una de sus sub-variedades, que está en cristales romboidales, se llama *primitiva*; *cacholonga* si el ágata es blanca y opaca; *crisoprasa* de color verde claro ó de manzana; *heliotropio*, si es verde de puerro ó subido; *zafirita*, la de color azul bajo por igual; *cornerina*, de rojo muy trasluciente que pasa al rosa; *sardónice*, de amarillo anaranjado, mas ó menos oscuro que pasa al pardo de castaña. Se da el nombre de *agata ónice* á la que está formada de varias capas concéntricas sobrepuestas de diversos colores, y el de *listada* si son paralelas y numerosas; cuando estas se han agrietado, y los vacíos se han llenado por infiltraciones de cuarzo hialino, se

denominan *ágatas brechas*; *perigonas* ó de *fortificacion* si las capas forman undulaciones como el trazado de una fortificacion; *herborizadas* ó *arborizadas*, si las materias estan dispuestas en su interior bajo la forma de arbolitos ó de dendritas *negras*, *rojas*, &c. Cuando hay confusion en las dendritas se llaman *muzgosas*; por último, llámase *seudomórfica*, la que presenta la estructura de la madera, madréporas, alciones, erizos de mar, &c., á los que ha reemplazado, penetrando estos cuerpos cuando se hallaba en estado fluido.

Las ágatas parecen pertenecer á casi todos los terrenos; acompañan con frecuencia á la creta; se encuentra en rocas amigdaloidales, en los terrenos de transicion, y se forman algunas veces cerca de las fuentes inmediatas á los volcanes. Las mas hermosas vienen de Levante, en donde se encuentran aisladas en los arenales. En nuestro pais hay algunas variedades. Cerca de Madrid, en Vallecas, suele verse la calcedonia en abundancia, en masas considerables y de varias gradaciones de colores. En Vilches, pueblo tambien inmediato á esta capital, abundan ejemplares de *cacholonga*, si no superiores, á lo menos iguales al de Carintia, y en el cabo de Gata varias otras especies y cornerinas.

Las ágatas mas hermosas se emplean para hacer joyas; la calcedonia, la ágata ónice, &c., de colores puros sirven para formar vasos preciosos, grabar de relieve ó en hueco camafeos; las variedades mas comunes se usan para hacer objetos mas sencillos, como mangos, bruñideras, morteros, &c.

El *cuarzo piromaco*, *pedernal*, *silex* ó piedra de chispa que otros llaman ágata comun, se distingue en *compacto* y *cariado*. Uno y otro, pero principalmente el primero, son de estructura compacta, pasta grosera, mas

tenaces que el cuarzo hialino, de fractura concoidea y escamosa, traslucientes en los bordes y de colores sucios y empañados, pardo, verde negruzco y muy rara vez abigarrados, aunque algunas blanquecinos. Tales son los caractéres del compacto, pero una subvariedad de las principales es la que se llama *piedra córnea* á causa de su aspecto. Su fractura es casi plana, apenas concoidea, y algunas veces un poco granuda, su color ordinariamente gris que tira al rojo ó al amarillo.

La piedra *lidia* ó de *toque* que no se diferencia del cuarzo compacto sino en su color mas oscuro y en su menor tenacidad, es de un color negro, que sin duda debe á una mezcla íntima de carbono porque blanquea al fuego, de muchas dureza y ninguna trasparencia.

El pedernal cariado ó piedra de molino, se conoce por los caractéres anteriores y estar ademas acribillado de cavidades ó celdillas irregulares, vacías unas veces, y otras tapizadas de cristales de cuarzo hialino.

Por último una variedad de cuarzo, que no deja de ser singular, y pudiera citarse casi como sub-especie, es el *terroso ó néctico*, que puede reducirse á un polvo siempre áspero al tácto, y es tan poroso, que sus riñones flotan en el agua; su color es ordinariamente blanco puro. Se encuentra en Saint-Ohüen cerca de Paris, en unas margas; á veces, está en polvo, otras en nidos al rededor de los riñones de pedernal y de resinito, con los que parece confundirse.

El pedernal comun se encuentra generalmente en riñones en los terrenos cretáceos y otros calizos: en España abunda y con bellas variedades, como en estalactitas, dibujo de fortificacion, &c., en todo el terreno que se estiende desde Vallecas hasta el Cristo de Ribas. La piedra ó roca córnea sola ó en filones metalíferos ó mezclados con otras sustancias, es comun en Logrosan en Estremadura, donde tiene un co-

lor blanco casi de nieve; existe en Vallecas, Teruel, Andalucía y muchos parages de América, y forma la base de muchos pórfidos de los alrededores del sitio de San Ildefonso.

En cuanto al silex cariado se encuentra en bolas y masas á veces en los mismos parages que el compacto.

Los usos del pedernal son de algun interés. Del compacto se hacen piedras de chispa para las armas de fuego y sacar lumbre, y se le reduce á polvo para mezclarle á las arcillas en la alfarería. Tambien sirve para empedrar y para las construcciones de mampostería, aunque para esto es mejor el cariado, porque ademas de ser inalterable retiene en sus celdillas la argamasa con fuerza, lo que las hace muy sólidas. De este último como lo indica alguno de sus nombres, se hacen en Francia piedras de molino. Nosotros tenemos mejores materias de que labrarlas.

El *jaspe* tiene la estructura compacta, la pasta fina y opaca, los colores muy variados pero vivos y algunas veces mezclados. Los colores mas generales son el rojo producido por el peróxido de hierro, el verde por la clorita, dialaga, &c., el amarillo por el hidróxido de hierro, el pardo, gris, rara vez azul blanco ó negro. Entre los jaspes de colores mezclados, los mas notables son el *listado* y *jaspe de Egipto*, cuyo fondo es de color de ante ó amarillo pardusco, variegado con vetas y zonas casi circulares de pardo oscuro entremezcladas con dendritas negras, ó rojo con zonas amarillentas ó gris azuladas. Es mas dificil de romper que el ágata; su fractura es imperfectamente concoidea no astillosa. Rara vez está en estado cristalino, por lo comun se halla en riñones, otras forma masas que se llaman pudingas á causa de su mezcla de pardo y de colores claros que están en ella diseminados; muchas veces es seudomórfico como el ágata y reemplaza á la madera de diferentes especies, encina, haya, palma y á algunos frutos. Estas va-

riedades se clasifican á veces aparte en las colecciones bajo el nombre de *cuarzo jiloide*: otras veces está en filones.

La España puede gloriarse de poseer los mas bellos jaspes. La Andalucia presenta variedades nada comunes por sus colores y dibujos, y en el cabo de Gata se encuentran de tal finura de grano, regularidad y belleza, que esceden al jaspe ó guijarro de Egipto. En Valverde del camino, y en Monjuick se hallan tambien jaspes. Las hermosas variedades se tallan como las ágatas, las comunes se pulimentan. El jaspe negro reemplaza á la verdadera piedra de toque ó lidia.

2.ª El *ópalo ó cuarzo resinito* se diferencia del cuarzo propiamente dicho, por el agua que entra en su composicion; así es que blanquea por la calcinacion despues de haber dado una cierta cantidad de agua. No tiene color, ó le tiene muy variado, presentando algunas veces reflejos estremamente brillantes; jamas cristaliza, por consiguiente no puede ofrecer la doble refraccion; su estructura es vitreo-resinosa, frágil y de fractura generalmente concoidea; su peso específico es de 2,11 á 2,35, su composicion media de 9 de agua y de 91 de sílice.

En esta especie se distinguen muchas variedades. Así en cuanto á su forma general es mamelonada, estalactítica reniforme ó seudomórfica, jiloidea, es decir, de la forma y estructura de la madera (*ópalo leñoso*). Respecto de su color puede ser diáfano (*hialita*) ó lechoso, resinoideo, con reflejos ó irisado. Estas dos últimas variedades son muy estimadas y muchas veces de gran valor. La primera, que se llama *girasol*, es traspaExample rente, lechosa, de diverso color, algunas veces simplemente trasluciente y da hermosos reflejos rojizos ó de amarillo encendido cuando se la dirige del lado del Sol. La segunda ú *ópalo noble*, es tambien transluciente y

lechosa pero con juego de colores, que debe á la descomposicion de la luz por las innumerables hendiduras que tiene en su interior. Dase el nombre de *cuarzo resinito comun* ó el de *ópalo céreo*, cuando es opaco ó transluciente, de color vario pero generalmente amarillo, poco brillante y sin reflejos; y el de *menilito*, cuando la estructura es estratoidea ó pizarrosa ya esté en hojas separadas ó en riñones, variegado de color azul celeste con líneas de otro color esteriormente, pero al interior pardo y reluciente. Finalmente, se llama *hidrófano* (antiguamente *óculus mundi*), al cuarzo resinito que siendo naturalmente opaco, blanco amarillento ó rojizo y muy pegadizo á la lengua se hace transparente, y aun manifiesta á veces juego de colores si se introduce en agua pura, elevándose á su superficie una multitud de burbujas de aire.

Los ópalos son muy raros en la naturaleza, y no forman mas que venas ó masas poco considerables diseminadas en los pórfidos arcillosos, y particularmente en los tobas traquíticas; sin embargo, se observan en los terrenos secundarios mas recientes, y aun en algunos terciarios. Los mas bellos ópalos nobles, que los lapidarios llaman orientales, vienen de Sajonia y Hungría, asi como los hidrófanos. En España se encuentran las variedades lechosas de ópalo y el ópalo céreo en el cerro de Almodovar, á la izquierda de Vallecas. Los ópalos nobles son muy estimados para hacer joyas, y los hidrófanos como un objeto curioso é interesante para la física y mineralogia.

SEGUNDA CLASE.

METALES HETERÓPSIDOS.

PRIMER ÓRDEN.

ÓXIDOS SOLUBLES.

Este primer órden comprende cuatro metales, de los cuales ninguno existe en el estado de libertad en la naturaleza; á saber: el *circonio*, el *aluminio*, el *itrio* y el *glucinio*. Sus óxidos, en otro tiempo considerados como tierras, son completamente insolubles. Tiene cuatro géneros que se designan con el nombre de los metales.

§. I. El CIRCONIO (*zirconium*) es el metal cuyo óxido es la circona, que es blanca, insípida y áspera, que se cuaja en masa como la goma, y que no se conoce en la naturaleza sino en el estado de *silicato*. Entonces forma la piedra llamada *circon*.

Esta sustancia siempre es cristalina ó cristalizada ordinariamente en un prisma de base cuadrada, terminado por un apuntamiento formado á espensas de las caras del prisma ó de sus aristas, ó en un octaedro del mismo sistema á veces mas ó menos modificado por truncaduras. La fractura es concoidea, y raya al cuarzo pero dificilmente; es transluciente, muchas veces anubarrada y de refraccion doble; su color puede ser amarillento, naranjado, rojizo, azul verdoso ó pardo, &c.; el lustre es muy vivo parecido al del diamante. Enteramente infundible al soplete aun con el borax, y pierde su color al fuego; su composicion es de 67 de circona y 34 de ácido silícico. Cuando es puro, pardo, verdoso, &c. lleva el nom-

bre de *gergon*, y si rojo naranjado ó de cereza el de *jacinto.*

Los cristales de esta especie son muy apreciados de los lapidarios por su dureza y brillo. Cuando se les hace perder el color se emplean como diamantes falsos. Se encuentran en las sienitas, granitos, lavas, arenas y en el cauce de los rios en Noruega, Escocia, Estados Unidos, Ceilan, &c. Algunos autores aseguran hallarse jacintos cerca de Toledo, en el cabo de Gata, y en las cercanías de Alicante y de Granada, pero no está demostrado que lo sean.

§. II. El ALUMINIO (*aluminium*) es el radical de la alúmina que es el óxido, cuerpo blanco, insipido, suave al tacto, apegadizo á la lengua, que hace pasta con el agua y forma parte de un gran número de especies minerales que á continuacion se espresan.

1.ª El *corundo* (alúmina libre), se encuentra en cristales transparentes romboidales, prismas hexaedros ó dodecaedros bipiramidales derivados de un romboedro agudo. Su fractura es muy variada y su dureza superior á la de todas las demas piedras, escepto el diamante; su densidad es de 3,9 á 4,3 y 4,5: infundible al soplete, é insoluble en los ácidos. No contiene mas que alúmina mezclada con muy cortas cantidades de óxido de hierro y ácido silícico. Los colores son muy variados, algunas veces muy vivos, la piedra es entonces trasparente y de fractura concoidea (*záfiro*, *corundo hialino ó telesia*); otras veces tiene reflejos, colores empañados ó impuros, ninguna ó imperfecta transparencia y estructura laminosa (*corundo harmófano ó espato diamantino*); ó bien su color es gris negruzco y ahumado que tira á morado algunas veces á azul, sin brillo alguno, de gran tenacidad, con estructura granuda, que es lo que se conoce con el nombre de *esmeril.*

El corundo hialino toma diferentes nombres entre

los lapidarios y joyeros segun su color. Se llama *záfiro oriental* si es azul de añil; *amatista oriental* al morado; *rubí oriental* al rosa ó rojo carmesí; *topacio oriental* al amarillo; *esmeralda oriental* al hermoso verde, y al que no tiene color *záfiro blanco*.

Las variedades que no son mas que traslucientes, tienen ordinariamente un lustre con reflejos, y se tallan en superficies redondeadas con el nombre de *girasol oriental* si la superficie es anubarrada; el de *asteria* ó corundo estrellado cuando presenta una estrella de seis rayos, lo que es mas frecuente en las variedades azules que en las de rosa; en fin, el de *dicroita* si tiene un color por reflexion y otro por refraccion.

Los bellos corundos hialinos no se han encontrado aun en situacion; se recogen en Ceilan, en la arena de ciertos rios donde estan mezclados con otras sustancias mas ó menos preciosas. En cuanto á las variedades laminosas ó harmófanas, forman partes constituyentes de las rocas mas antiguas de la China, Pegú, Bengala, Carnate, del Tibet y de varias regiones de Europa. El granito de la India con el de Suecia y Piamonte parece ser su ganga comun. El esmeril se halla en terrenos primitivos, en Sajonia en una Serpentina, en las Indias con el hierro oxidulado, talco, &c.; se encuentra en España, cerca de la Puebla de Alcocer en la montaña llamada Lares, en Portugal, en el Perú, &c.

Las variedades hermosas de los corundos hialinos ocupan un lugar muy principal entre las piedras preciosas. El corundo harmófano se emplea por los lapidarios de la India para serrar y pulimentar las piedras finas. Por último, el esmeril sirve principalmente para pulimentar el acero y otros metales.

2.ª La *alunita* ó *piedra* de *alumbre* (alúmina y potasa sub-sulfatadas) es una sustancia que cristaliza en peque-

ños romboedros, pero que se encuentra tambien fibrosa, compacta y terrosa; pesa 2, 69, y es bastante dura para rayar dificilmente el vidrio; su color es blanco ó agrisado; naturalmente insoluble y sin sabor, pero sometida á la calcinacion se hace soluble en parte; la disolucion se precipita en parte en jalea por los álcalis, y el precipitado se disuelve en la potasa. Contiene 40 de alúmina, 35 de ácido sulfúrico, 10 de potasa, 15 de agua. La alunita pertenece evidentemente á los terrenos volcánicos antiguos. Una de las mas célebres localidades donde se encuentra es la de Tolfa en los Estados Romanos.

3.ª El *alumbre* (alúmina sulfatada alcalina y agua), cristaliza en el sistema cúbico, pues por lo general tiene la forma de un octaedro regular; su fractura es muy vidriosa, tiene de 1, 71 de peso específico, es blanco, soluble en nueve veces su peso de agua fria y en menos de la mitad de agua hirviendo, y de sabor acídulo y astringente; su disolucion da por el amoniaco un precipitado gelatinoso de alúmina hidratada. Es un sulfato de alúmina y de potasa hidratado.

Esta sustancia constituye eflorescencias pulverulentas ó fibrosas (alumbre de pluma) en la superficie de los pizarras arcillosas ó aluminosas en Sajonia y Bohemia. En España se encuentra en Aragon, y el de pluma en Almazarron cerca de Cartagena. Tambien se le halla cerca de los volcanes en actividad ó en las solfataras.

Esta especie se esplota tambien con ventaja para la fabricacion del alumbre (sulfato ácido de alúmina y de potasa.) El alumbre se emplea mucho en las artes, particularmente en la del tintorero, en la que es un escelente mordiente. En medicina se usa crudo como astringente, ó calcinado como ligero escarótico para reprimir las carnes fungosas.

4.ª La *Wavelita* ó *devonita* (alúmina fosfatada hidratada)

se encuentra cristalizada y en mamelones; en el primer caso la forma es derivada de un prisma recto romboidal, y en el segundo su estructura es fibrosa; su color blanco, tira muchas veces á verde; raya al espato calizo, pero es rayada por el feldspato, y pesa 2, 33. Calentada en un tubo da una agua ácida que quita el pulimento al vidrio; al soplete sobre un carbon se hincha y toma un color blanco de nieve. Los ácidos la disuelven en caliente. Está compuesta próximamente de 32 de alúmina, 33 de ácido fosfórico, 4 de fluor y 27 de agua, y el resto en óxido de hierro, de manganeso, cal, &c. Se halla en vetas en pizarras arcillosas y dolomias, en la Groenlandia y en Méjico.

5.ª El *topacio* (alúmina fluo-siliciatada). La forma primitiva del topacio es un octaedro rectangular; la dominante un prisma romboidal. Se talla con facilidad perpendicularmente al eje, la fractura es laminosa en una direccion y concoidea en otra, pesa 3,5, raya al cuarzo, es eléctrico por frotamiento ó el calor, y conserva largo tiempo la electricidad; su lustre es grande. Los topacios son de muchos colores, los hay sin color y diáfanos, otros le tienen amarillo mas ó menos subido, amarillo rojizo (*topacio quemado*), rosa, (*rubí del brasil*), azul que á veces pasa al verde (*agua marina oriental*). Es infundible al soplete y se compone de 60 de alúmina, 5 de ácído hidroftórico y 35 de ácido silícico. Se encuentra el topacio en cristales, y en pequeñas venas en los terrenos primitivos: en granitos y en filones de estaño en Suecia, los Estados Unidos, Siberia, Sajonia, Brasil, &c. Los bellos topacios de color amarillo ó amarillo rojizo son muy estimados en joyería; los que no tienen color y son bien diáfanos, tambien.

6.ª La *picnita* ó *topacio bacilar* que está compuesta casi como la especie anterior, es una masa de fibras pegadas unas

á otras que forman prismas de seis caras mal determinadas; ordinariamente blanco-amarillenta, verdosa ó rojiza; raya al cuarzo y es rayada por el topacio; pesa 3,5: apenas es diáfana; se electriza por el calor, y no conserva la electricidad; no se funde al soplete, pero sin embargo, se cubre de pequeñas burbujas. Está compuesta de 57 de alúmina, 7 de ácido hidroftórico y 38 de ácido silícico. Se encuentra en Sajonia, Bohemia y Noruega, &c. en los filones de estaño.

7.ª La *calaita ó turquesa* (alúmina y cal fosfatadas hidratada) es un mineral que se encuentra en riñones, y cuyo peso específico es de 3; raya el vidrio, y es rayado por el cuarzo; su color es azul claro ó verdoso, inalterable por la accion de los ácidos; calentada en un tubo da agua y queda una materia negra insoluble en los ácidos; contiene alúmina, cal, ácido fosfórico, óxido de cobre y de hierro, y probablemente ácido hidroftórico. Se encuentra en Persia, y se emplea para hacer joyas.

8.ª Llámase *distena*, *cianita*, *sápara* y *chorlo azul* (alúmina siliciatada) una sustancia siempre cristalizada en prismas romboidales oblicuos ordinariamente comprimidos, algunas veces laminar ó fibrosa; la variedad laminosa presenta una division, mecánica fácil, paralela á los planos anchos; la fibrosa está en masas compuestas de fibras rectas, retorcidas ó radiadas; pesa 3,5 y raya al vidrio; su trasparencia varía de diáfana á trasluciente, el color es blanco, rojizo, amarillento, pero mas frecuentemente azul, de donde le viene el nombre de cianita, el lustre vidrioso un poco anacarado, y muy vivo en las caras mas anchas; se electriza por el frotamiento negativa ó positivamente, y es completamente infundible al soplete; las variedades de color le pierden por este medio. Se compone de 56 de alúmina, 3 de óxido de hierro y de 39 de ácido silícico.

Algunas veces forma capas bastante considerables para ocupar un rango entre las rocas, pero en ninguna entra como constituyente esencial, aunque algunas la contienen accidentalmente, por ejemplo, el granito, el esquisto micaceo de los alrededores de Filadelfia, donde está acompañada del granate y de la estaurótida, el talco esquistoso en el Tirol, &c. Las sustancias que la acompañan comunmente son las predichas, el cuarzo y el grafito.

9.ª La *estaurótida*, *piedra cruciforme*, ó chorlo cruciforme (alúmina y hierro siliciatados) está siempre cristalizada en un prisma recto romboidal, que es la forma primitiva y algunas veces en un prísma hexagonal, los cristales están agrupados en ángulo recto ú oblicuamente; pesa 3,4, raya al cuarzo; ordinariamente es de un color pardo negruzco, gris, amarillento sucio, ó rojizo; generalmente opaca, rara vez trasluciente, de fractura escabrosa, un poco reluciente en los cristales pardos y empañada en los grises; al soplete toma un color mas oscuro, y se trasforma en una escoria negra. Está compuesta de 44 de alúmina, 4 de cal, 3 de óxido de hierro y 33 de ácido silícico. Esta sustancia se encuentra en los esquistos micaceos y las pizarras arcillosas en que los crístales estan embutidos paralelamente á las hojas. Se halla en algunos parages de Francia; en el talco esquistoso en San Gotardo en el Tirol; muchas veces acompañada de granates, de anfibol acicular ó de la distena.

10. Con el nombre de *granates* (alúmina, hierro, &c., siliciatados) se designa un grupo de minerales que se hallan en cristales derivados de un dodecaedro romboidal. Su peso específico es de 3, 5 á 4 ó mas, su dureza superior á la del cuarzo, esencialmente de color, y por lo comun rojo moreno. Todos estos minerales son silicatos de dos bases pero su composicion y propiedades varian mucho, lo que les ha hecho dividir en cuatro variedades:

el *grosularia*, *almandina*, *melanita* y *espesartina*.

El granate grosularia está en cristales trasparentes ó á lo menos traslucientes, trapezoedros ó dodecaedros romboidales: su peso es de 3, 5; sus colores son pardo-amarillento (*colofanita*), verdoso, amarillo análogo al del sucino (*succinita*) ó al del topacio (*topazolita*), ó amarillo rojizo (*esonita*); se funde al soplete en un esmalte gris sucio, pero es insoluble en los ácidos. Su composicion media es de 22 de alúmina, 30 de cal, 4 de sílice y 4 de óxido de hierro, pero este no entra en ella como principio esencial.

El gr. *almandina* rara vez está en masas sino en cristales dodecaedros ó trapezoedros: sus colores son el rojo de fuego ó *píropo* (1) *de los lapidarios*, rojo morado ó *granate sirio*, rojo de vino ó *granate* de *Bohemia* ó de *Ceilan*, moreno rojizo ó *bello jacinto de los Italianos*: hay variedades transparentes y otras traslucientes y opacas, pero siempre con mas lustre en la fractura que en la superficie: la fractura es concoidea, algunas veces granuda ó astillosa. Su peso es de 3,9 á 4,24. Se funde al soplete en un esmalte negro siempre magnético, pero es insoluble en los ácidos. Su composicion media es de 20 de alúmina, 30 de óxido de hierro, 6 de manganeso y 40 de ácido silícico; lo demas es solo accidental.

El gr. *melanita* se halla en cristales opacos de color rojo muy obscuro, su peso específico es 3,8 y se funde en un esmalte negro. La melanita de Suecia ha dado aproximadamente 37 de sílice, 31 de óxido de hierro, 27 de cal y 5 de óxido de manganeso. En esta variedad están comprendidos los granates negros del pico de Eredlitz en los Piri-

(1) Brogniart considera al granate píropo ó carbunco como una variedad aparte, en cuya composicion entra la magnesia; pero Beudant, Barruel, Brard y otros mas modernos, le incluyen en la almandina.

neos, los granates del Vesuvio y en general todos los granates de orígen volcánico.

El gr. *espesartina* se distingue por su color generalmente gris verdoso, y algunas veces algo rojo; su peso específico es de 3,40 y se funde en un esmalte morado oscuro. Este granate tiene mucho óxido de manganeso, pues de su análisis ha resultado que se compone de 35 de sílice, 14 de alúmina, 8 de peróxido de hierro, 6 de protóxido del mismo metal y 35 de óxido de manganeso. Se ha encontrado por primera vez en un granito de la Franconia.

Los granates se hallan en gran número de rocas primordiales tales como las serpentinas, las rocas talcosas y micáceas, en las calizas primitivas y en las volcánicas de orígen reciente y antiguo. Algunas veces se encuentran masas de granates desprendidos de la roca que les servia de ganga que han sido arrastradas y amontonadas por las aguas, y se benefician como minerales de hierro y como un fundente que tiene la ventaja de ayudar y enriquecer la fundicion. En Horcajuelo cerca de Buitrago se hallan granates rojos, sembrados en una roca, de tamaño mediano y pequeño, pero muy pocos llegan á pulgada y media. A tres leguas de Toledo detras del Convento de San Fernando y cerca de la fuente de los jacintos, se encuentran granates rojos; en el cabo de Gata abundan mas que en ninguna otra parte segun Bowles; y en las montañas de San Lorenzo los hay cristalizados y en masa en una roca granítica verde.

Las bellas especies de granates y que reunen un color agradable, cierta trasparencia y buena magnitud son muy estimadas, particularmente el carbunco y el sirio. Los antiguos han grabado mucho sobre esta piedra. Como los colores son casi siempre muy oscuros, hay que disminuir su espesor ó escavarlos por detras para aumentar su trasparencia, si no parecerian negros. De los mayo-

res se han hecho á veces pequeñas copas de gran precio; pero los mas comunes sirven para hacer cuentas de rosario, collares, &c.

11. La *turmalina* es un silicato aluminoso de composicion variada, pero que contiene ácido bórico. Las análisis indican algunas de las bases siguientes que son isomorfas: litina, potasa, sosa, magnesia, cal y protóxido de hierro; pero aunque numerosas no conducen á una fórmula satisfacctoria y constante. Las turmalinas cristalizan en el sistema del romboedro, su fractura es transversal concoidea, su densidad es de 3 á 3,4, rayan el vidrio pero son rayadas por el topacio, y gozan de doble refraccion: así la mayor parte de los cristales prismáticos, son transparentes en el sentido de su espesor, y opacos en el de su longitud; se electrizan por el calor y por el fuego.

Las variedades mas interesantes de turmalinas son en cuanto á su estructura; 1.° la *cristalizada*; 2.° la *cilindroidea*; 3.° la *acicular*, 4.° la *globuliforme*, 5.° la *fibrosa*, 6.° la *hojosa*, y 7.° la *compacta*. Respecto al color y algunas otras propiedades no es menor la variacion. Las hay sin color aunque raras, blanca y morada, roja carmesí y algunas veces con reflejos cuando está pulimentada, de Siberia (*siberita*), roja purpurea ó tirando á morada y casi infundible (*rubelita* ó *chorlo rojo*), azul de añil (*indicolita*), ó simplemente azul (*záfiro* del *Brasil de los lapidarios*), verde oscura (*esmeralda del Brasil de los lapidarios*), azul verdoso claro fundible en esmalte gris (*brasileña ó turmalina del Brasil*), verde amarillenta (*peridoto de Ceilan de los lapidarios*), parda de un negro pardusco en prismas acanalados y fusible al soplete, dejando una escoria negra (*chorlo negro*); rara vez son transparentes y muchas traslucientes y mas aun opacas. Algunas veces se vén en un mismo cristal dos ó mas colores diferentes.

Las turmalinas pertenecen á los terrenos primitivos, así se encuentran en los granitos, gneis y particularmente en las pegmatitas en donde los cristales son mas perfectos y mayores; á veces acompañan al estaño, al topacio, y aun al hierro. Las bellas especies de turmalina de Ceilan y del Brasil se encuentran en los terrenos de aluvion en las famosas arenas en las que se hallan todas las piedras preciosas, y estas son las que existen en el comercio despues de haber sido talladas y pulimentadas por los lapidarios de la India. Las turmalinas, y aun las de variedades rojas parece deben hallarse en España mas allá de Horcajuelo, y tambien el chorlo negro estriado en el Molar, San Agustin, San Lorenzo y San Ildefonso.

Las variedades trasparentes y de color puro como rojo carmesí con reflejos anacarados, que se estiman tanto como el rubí, la verde color de yerba, y la amarilla de junquillo ó las que reunen muchos colores marcados en la misma piedra, son muy apreciadas para joyas.

Las turmalinas sirven tambien para preparar algunos instrumentos de física; en ella fué donde se estudió por primera vez la electricidad de los minerales. Frotada una turmalina adquiere la electricidad vítrea como todos los minerales que tienen la fractura vidriosa; pero una turmalina calentada moderadamente, da en sus dos estremidades señales alternativas de dos electricidades por repulsiones sobre un electrómetro que se haya electrizado vítrea ó resinosamente. El centro del cristal contiene fluido neutro. En fin, en los anteojos astronómicos se ponen láminas de turmalina verde para observar los cuerpos celestes demasiado luminosos, con el objeto de debilitar la luz sin cambiar su color.

12. Llamase *andalusita* un mineral las mas veces cristalizado, aunque algunas es compacto y enton-

ses sirve de base y sosten á los cristales. Su forma primitiva es tambien un prisma recto rectangular, á veces modificado en sus ángulos y un poco deformado, lo que le hace presentar la apariencia de un prisma romboidal. Se da particularmente el nombre de *macla* á una variedad compuesta de partes grises y de partes negras, simétricamente dispuestas. Los colores de las otras variedades son el verdoso, rojizo ó rojo. Por lo demas, todas tienen la fractura de grano fino un poco astillosa, rayan el cuarzo y pesan 3. Al soplete no se funden escepto la macla cuya parte blanca da una frita del mismo color, y la negra que con facilidad se convierte en un vidrio negro inatacable por los acidos. Se compone de 53 de alúmina, 8 de potasa y 32 de ácido silícico. Algunas veces se encuentra un poco de cal, magnesia, óxido de hierro, &c.

Es mineral que en Francia y España existe en el granito, y en una pizarra negra cerca de Santiago de Compostela.

13. Muy análoga á esta especie es por su composicion la *pinita* (alúmina, potasa y hierro siliciatados), que está siempre cristalizada en un prisma recto rectangular, muchas veces modificado. El color de los cristales, que jamas están aislados y salientes, es gris ó pardo negruzco, con un débil brillo en la superficie, opacos, de fractura desigual y astillosa, y en algunas variedades laminosa, pero paralelamente á la base; los raya facilmente una punta de acero, pero apenas rayan á la cal carbonatada. Calentada la pinita sobre las ascuas blanquea, y al soplete se funde en los bordes en un esmalte blanco. Se compone de 25 de alúmina, 8 de potasa, 6 de óxido de hierro y 56 de ácido silícico, &c.

La alúmina entra tambien en la composicion de las *arcillas*; pero como estas mas parecen ser un resultado de la descomposicion de algunas sustancias minerales que combinaciones en proporciones definidas,

siguiendo á las mas de los autores, se han colocado entre las rocas.

Por último al género aluminio pertenece tambien una sal cuyo ácido es de orígen orgánico, la *melita* (melato de alúmina), sustancia granuda y cristalizada en octaedro ó dodecaedro romboidal, blanda, pues se deja cortar con un cuchillo, y que pesa 1,6; es trasparente ó trasluciente, con refracion doble y de color amarillo de miel, rojizo ó naranjado pardusco. Si se calienta en un tubo da agua y blanquea; si se continua calentando se ennegrece; si se pone sobre una ascua despues de haber perdido su agua, arde, y no queda mas que un polvo blanco que toma un color azul cuando se le calcina despues de haberle humedecido con nitrato de cobalto; se compone de 15 de alúmina, 42 de ácido mélico y 44 de agua. Esta sustancia se ha encontrado en Artern en Turingia, en capas de leñas bituminosas, y se ha citado tambien como existente en Suecia con un betun glutinoso.

§. I. La *Itria* ú óxido de ITRIO (*itrium*) que es una sustancia blanca é insípida, infundible á un fuego de forja, que absorve al aire el ácido carbónico, insoluble en el agua y en los álcalis cáusticos, aunque muy soluble en el subcarbonato de amoniaco, no se encontró al principio mas que en la *gadolinita*, pero existe en otras tres especies, que son la *jenotina* ó *ítria* fosfatada, la *ítriocerita*, y la *itriotantalita*, que es un tantalato de itria. Estas especies son muy raras y sin interes. Solo la gadolinita llama algo la atencion por ser el mineral de que los químicos sacan la ítria.

La *gadolinita* (ítria, hierro y cerio siliciatados), es una sustancia en masas reniformes ó en cristales, cuya forma se deriva de un prisma romboidal oblicuo. Los cristales son muy raros, amarillentos ó parduscos y las mas veces negros; de fractura vítrea con-

coidea astillosa; pesa 4, 23, raya el vidrio y ligeramente al cuarzo. Al soplete, se funde en un vidrio opaco y á veces con hinchazon de la masa, y aun algunos ejemplares presentan una decrepitacion luminosa; pierde el color en el ácido nítrico y se disuelve en los ácidos. Se compone de 45 de itria, 18 de óxido de cerio, 12 de óxido de hierro y 26 de ácido silícico. No se la ha encontrado mas que en la pegmatita cerca de Fahlun, y en Iterby en Noruega.

§. II. El GLUCINIO ó *glucio* (*glucinium*) es el metal de la glucina ú óxido de glucinio, que se asemeja por todos sus caractéres, escepto el de ser soluble en los álcalis cáusticos, á la ítria, y que existe sobre todo en la *esmeralda*, *euclasia* y *cimofania*.

1.ª La *esmeralda* (alúmina y glucina siliciatadas) es siempre cristalina ó cristaliza en un prisma hexaedro, modificado en algunos casos por truncaduras; muchas veces los cristales estan agrupados; su fractura es transversal; raya dificilmente al cuarzo; pesa 2, 7; su color es verde, mas ó menos oscuro ó amarillento, azul ó azul ver doso; tambien hay variedades blancas y amarillentas, es de mas ó menos trasparencia, de refraccion doble, y de lustre vítreo muy vivo sobre todo en la fractura. Se funde al soplete en un vidrio ampolloso; es insoluble en los ácidos, y se compone de 17 de alúmina, 13 de glucina y 68 de ácido silícico, y ademas óxido de cromo ó de hierro. La variedad de hermoso verde que está colorada por el óxido de cromo es la *esmeralda* propiamente dicha; la que tiene el color de agua de mar, y lo está por el óxido de hierro es el *agua marina*; la azul y la azul verdosa se llama *berilo*. Estas piedras se emplean como adorno y para joyas, pero las dos últimas no igualan en valor á la primera. Las mas hermosas vienen del Perú ó de la Siberia, donde se hallan

en terrenos primitivos. Las esmeraldas antiguas se sacaban en el Egipto del granito y esquistos micaceos del monte Zabara á siete leguas del mar Rojo.

Una de las mas gruesas esmeraldas que se conocen pertenece al Papa y adorna la estremidad de la tiara, tiene dos pulgadas de largo por trece líneas de espesor.

2.ª La *euclasia* que es otro silicato de alúmina y glucina, se encuentra siempre cristalizada; los cristales están aislados y se derivan de un prisma rectangular oblicuo, ordinariamente terminado por apuntamientos; raya al cuarzo, pesa 3, es muy frágil y fácil de reducir á láminas, bastante trasparente, de refraccion doble y de color azul verdoso muy claro; es eléctrica por la presion y conserva la electricidad largo tiempo. Al soplete da un esmalte blanco insoluble en los ácidos; se compone de 36 de alúmina, 22 de glucina, y 43 de ácido silícico y el resto de óxido de hierro, de estaño y pérdida. Se halla en el Perú y Villarica en el Brasil. Si no fuera tan frágil figuraria entre las piedras preciosas.

3.ª La *cimofania, crisoberilo, ó crisolita oriental y de reflejos* tiene los mismos componentes que las dos especies ya descritas. Es una sustancia cristalizada que se encuentra en formas derivadas de un prisma rectangular recto, algunas veces terminado por un apuntamiento; su fractura es transversal, concoidea, muy lustrosa; pesa 3, 7 raya al cuarzo; su color es amarillo que tira á verde, el lustre vítreo muchas veces con reflejos de color lácteo ó azul en las variedades muy trasparentes, pero las mas no lo son tanto y son anubarradas. No se funde al soplete, es insoluble en los ácidos y se compone de 69 de alúmina, 1,6 de glucina, 6 de ácido silícico, 3 de ácido titánico, y el resto en óxido de hierro y agua. Se encuentra en el Brasil, Ceilan, Pegú y en Saragota en el estado de New-Yorck. Las variedades de hermoso color amarillo son tan estimadas como el topacio oriental

por los lapidarios; las anubarradas se tallan en superficies redondeadas.

SEGUNDO ÓRDEN.

ÓXIDOS UN POCO SOLUBLES.

En este órden solo se hallan incluidos cuatro metales, que son el *magnesio*, *calcio*, *estroncio* y *bario*.

Sus óxidos conocidos con los nombres de magnesia, cal, estronciana y barita son mas ó menos solubles en el agua.

§ I. La *magnesia* ú óxido de MAGNESIO (*magnesium*) es una sustancia blanca, insípida, ligera, insoluble en la potasa y en la sosa, y que enverdece el jarabe de violetas: pura es poco abundante pero hace parte de algunas especies minerales, entre las que citaremos las siguientes.

1.ª La *brucita* (magnesia nativa ó hidratada) es una sustancia laminosa, trasluciente blanca, de brillo anacarado, suave al tacto, rayada por la cal carbonatada y que pesa 2, 34. Es infundible al soplete, por el que adquiere propiedades alcalinas que obran sobre los papeles reactivos. Si se calienta con nitrato de cobalto toma un color gris; y se disuelve sin efervescencia en los ácidos diluidos. Se compone de 70 de magnesia, y 30 de agua.

2.ª La *epsomita*, sal de Epson, de Sedlitz y de la Higuera (magnesia sulfatada hidratada) no se encuentra mas que en eflorescencia en las rocas magnesianas; algunas veces pulverulenta, otras fibrosa ó en agujas; ordinariamente es blanca, rara vez colorada de amarillo ó de rosa; pesa 1, 66, tiene sabor amargo, es muy soluble en el agua, eflorescente al contacto del aire, fusible á un ligero calor, y susceptible de cris-

talizar por el arte en prismas romboidales apuntados. Su composicion es de 18 de magnesia, 33 de ácido sulfúrico y 48 de agua. Esta especie es muy poco abundante en la naturaleza en el estado sólido; sin embargo se encuentra principalmente en las rocas magnesianas esquistosas en Cataluña, Francia é Inglaterra; es bastante comun en algunas aguas, como las de Epsom en Inglaterra, de Sedlitz en Bohemia y de Vacia Madrid en España. El agua del mar contiene tambien alguna cantidad. Esta sal y las aguas minerales que la contienen son un escelente purgante. Se administra la sal á la dósis de media á una onza. Con esta sal se prepara el carbonato de magnesia de las boticas.

3.ª La *boracita* (magnesia boratada) se presenta bajo la forma de cristales perfectos derivados del cubo, pero que están siempre modificados en sus aristas: es mas dura que el acero, y pesa 2, 56; su color es gris, y su lustre mas vivo en la superficie que en la fractura que es desigual; se electriza por el calor y se funde al soplete en un glóbulo vidrioso erizado de puntas. Está compuesta de 30 de magnesia y de 70 de ácido bórico. Se encuentra diseminada en la cal sulfatada ó yeso.

4.ª La *giobertita* (magnesia carbonatada) está unas veces cristalizada en romboedro, otras en láminas ó amorfa y terrosa. Pesa 2, 7, raya el carbonato de cal, y se pega fuertemente á la lengua. No se funde al soplete, pero adquiere por él propiedades alcalinas: se disuelve en frio en el ácido nítrico con una ligera efervescencia. Está compuesta de 48 de magnesia y 51 de ácido carbónico; el resto en agua, sílice, óxido de manganeso, cal, &c. Se encuentra en vetas mas ó menos gruesas en el Piamonte y en el Tirol.

El carbonato de magnesia se usa en medicina como laxante y mas aun como absorvente, pero siempre se emplea el artificial.

5.ª La *magnesita* ó *espuma de mar* (magnesia siliciatada hidratada) no se halla mas que en masas reniformes ó amorfas, de fractura mas ó menos térrea, opaca, esponjosa, y que pesa de 2,6 á 3,4; es áspera al tacto, sin lustre y blanca, algunas veces amarillenta, otras de color de rosa. Se funde con mucha dificultad al soplete en un esmalte blanco, se reblandece en el agua, mas se disuelve mejor en el ácido nítrico. Se compone principalmente de magnesia, ácido silícico, agua, y algunas pequeñísimas porciones de alúmina, óxido de hierro, &c. Sirve para hacer pipas en Levante y la fabricacion de la porcelana en lugar del caolin. Se encuentra en abundancia en los alrededores de Vallecas donde los naturales la llaman piedra loca.

6.ª La *condrodita* ó *maclurita* (magnesia fluo-siliciatada) se halla cristalizada ó granular; su forma en el primer caso es derivada del prisma rectangular oblicuo; es mas dura que el feldspato y el vidrio, pero es rayada por el cuarzo, pesa 3,19, su color es amarillento ó pardusco, poco brillante; se funde dificilmente al soplete, y no se disuelve en los ácidos. Su composicion es de 54 de magnesia, 33 de ácido silícico, 4 de ácido hidro-fluórico, el resto en potasa, óxido de hierro y agua. No se ha encontrado sino diseminada en las rocas calizas granudas, en New Jersey, la Filandia, Sajonia y cerca del Vesuvio.

7.ª Con el nombre de *talco* se han reunido muchos minerales muy diferentes que tienen una composicion análoga. El talco se encuentra cristalizado en formas derivadas del prisma recto romboidal; algunas veces es seudomórfico, las formas que toma en este caso son las de la cal carbonatada, del cuarzo hialino prismático ó del feldspato; muchas veces está en masas laminosas ó compacto; su estructura es laminar, su peso específico 2,8, blando, flexible elástico, y fácil de

rayar, lo que le distingue de la mica; es blanco plateado, verdoso, verde subido, azul &c., opaco, rara vez diáfano, con brillo anacarado en la superficie, adquiere la electricidad negativa por frotamiento, infundible al soplete escepto un poco por los bordes, y no se disuelve en los ácidos. Tal es el *talco verde*, *laminar* ó *de Venecia*, pero otras veces sus propiedades, varian algo, y toma el nombre de *esteatita* y de *talco ollar*.

El *talco esteatita*, *creta de Brianzon* ó *jabon de sastre*, es una variedad compacta, tenaz, de fractura térrea, muy untuosa, tierna, que mancha fácilmente rayando de color blanco, blanco amarillento ó verdoso; algunas veces trasluciente y con lustre graso; se compone de 26 de magnesia, 1 de óxido de hierro, 61 de ácido silícico y 6 de agua.

El *talco ollar* ó *piedra ollar*, es compacto, de fractura granuda, pajosa, y algunas veces pizarrosa; las pajillas son traslucientes; pesa 2,6, bastante tierno y fácil de cortar con un cuchillo, es de un color gris verdoso mas ó menos oscuro. Cuando el color es verde oscuro, ó mas bien si hay dos tintas que estan abigarradas y su fractura es astillosa y muy blanda, se llama *serpentina*. El talco forma masas bastante considerables, ya puro, ya diseminado como la mica en montañas enteras. En España se encuentra la esteatita en Aragon y la serpentina en Sierra Nevada.

El talco laminar forma pulverizado y mezclado con la materia colorante roja del cártamo ó alazor, el arrebol; tambien da lustre al papel. La esteatita sirve á los sastres para trazar sobre el paño, y á los zapateros para hacer polvos que faciliten entrar las botas. Tambien se emplea para suavizar el roce ó frotamiento de las máquinas de madera. En cuanto á la piedra ollar, se hacen varias vasijas y utensilios como

ollas, cazuelas, y estufas para calentar las habitaciones. En fin, las serpentinas se trabajan tambien al torno, en cajas de té, lámparas, tinteros, &c.

8.ª La *clorita* (magnesia, alúmina, potasa, y hierro siliciatados), se encuentra ó en pequeñas masas escamosas (*clorita comun*) ó térreas (*clorita térrea, talco zográfico* ó *tierra de Verona*); la primera está siempre compuesta de pajillas de color verde oscuro, parduscas ó negruzcas; mancha los dedos, es deleznable, algunas veces hojosa, otras fundible al soplete, y atacable por los ácidos: una variedad ha dado por la análisis 20 de alúmina, 14 de magnesia, 3 de potasa, 24 de protóxido de hierro, 27 de ácido silícico y 2 de agua. La variedad térrea es tambien de una composicion muy variable, ó por mejor decir, se reunen bajo el mismo nombre sustancias de diferente naturaleza, pero suele contener mas magnesia, cal en lugar de potasa, menos alúmina, mas hierro, agua y ácido silícico.

La clorita se encuentra en los terrenos de serpentina y en los calcáreos. La comun se halla en España, en San Ildefonso.

9.ª La *agalmatolita* ó *pagodita* á que tambien se da el nombre de *piedra de lardo* es un mineral que se encuentra en masas compactas agrisadas, verdosas ó rojizas, de lustre graso, untuosas, de 2,6 de peso específico, y que se dejan labrar por el acero; no se funde, pero se endurece al soplete. La variedad roja contiene 31 de alúmina, 5 de potasa, 2 de cal, 1 de óxido de hierro, 56 de ácido silícico y 5 de agua; se halla principalmente en la China, de donde nos llega bajo la forma de figuras grotescas.

10. El *peridoto* ó *crisolita de los volcanes* (magnesia y hierro siliciatados) es un mineral que se encuentra cristalizado, granular (*olivino*) y en descomposicion (*limbi-*

al. La forma se deriva de un prisma rectangular, muy aplastado; la fractura es laminosa en un sentido y concoidea en otros dos; pesa 3,4 y raya al vidrio; su color es amarillo, amarillo verdoso, verde amarillento, amarillo rojizo, rojo, y algunas veces con juego de colores; está dotado de doble refraccion. No se funde al soplete, ni es atacable por los ácidos. Se compone de 40 á 49 de magnesia, de 9 á 15 de óxido de hierro y 40 de ácido silícico. Una variedad contiene menos magnesia, mas óxido de hierro, menos ácido silícico. Esta sustancia se encuentra en los terrenos basálticos, lavas, volcanes encendidos y en las aerolitas.

Solo se usan algunas variedades de hermoso color verde amarillento, que se emplean para hacer joyas, pero su poca dureza es causa de que pierdan pronto el brillo.

11. La *dialaga*, (magnesia alúmina, cal y hierro siliciatados), es un mineral que se encuentra en pequeñas masas diseminadas ó embutidas en otras. Cuando son un poco considerables resultan de la aglomeracion de otras mas pequeñas. Su forma es derivada de un prisma oblicuo cuadrangular; la fractura desigual compacta ó astillosa; pesa de 3 á 3,2, raya la cal carbonatada y algunas veces el vidrio, y es de color verde de esmeralda, verde de aceituna, de aceituna negruzco ó que tira á morado ó pardo negruzco oscuro; al soplete se funde en un esmalte mas ó menos oscuro, dificilmente atacable por los ácidos. En la dialaga se pueden distinguir dos variedades. La primera es la dialaga propiamente dicha, que presenta un color verde y dos órdenes de líneas de division perpendiculares; su análisis da 47 de sílice, 25 de magnesia, 4 de alúmina, 13 de cal, 8 de protóxido de hierro y 4 de agua. La segunda llamada *broncita* es de un color verde muy oscuro de reflejos metálicos, y no tiene mas que un modo

division muy fácil. El óxido de hierro entra en ella en mayor cantidad igualmente que la sílice, falta el agua, pero la alúmina y la cal estan en menor proporcion, por último el óxido de manganeso reemplaza á estas en parte.

Todas estas sustancias se encuentran en los terrenos de serpentina, en donde estan diseminadas en pequeños nidos, y forman parte de varias rocas como la eclogita, la eufótida, &c. Las mas veces estan acompañadas de cuarzo distena, epidota, y anfibol laminar en varios parages de Europa y América.

12. La *hiperstena* ó *paulita* (magnesia, alúmina, cal y óxido de hierro siliciatados), es cristalina, laminar ó acicular; la figura de los cristales se deriva de un prisma recto romboidal; pesa 3,38; es bastante dura puesto que raya el vidrio y da chispas con el eslabon; su color es negro con reflejos rojos cobrizos, grises ú opalinos azules, lustre semimetálico, y adquiere la electricidad negativa por el frotamiento. Al soplete se funde en un esmalte negro ó gris; es insoluble en los ácidos. Está compuesta de 14 de magnesia, 2 de alúmina, 2 de cal, 25 de óxido de hierro y 54 de sílice. Las variedades que tienen hermosos reflejos metálicos se labran en superficies redondeadas. Se halla en la tierra de Labrador en las costas de la América septentrional en una sienita cuyo feldspato es opalino; en la Groenlandia con feldspato y granate; y en Cornwal mezclada con feldspato compacto formando una roca parecida á la diorita.

13. La *cordierita*, *dicroita*, ó *peliom* (magnesia alúmina y protóxido de hierro siliciatados), es un mineral cristalizado ó en pequeños riñones: los cristales tienen la figura de prismas hexaedros á veces modificados por truncaduras en sus aristas; pesa 2,56, raya debilmente el cuarzo, su color es azul ó de violeta segun la direccion en que se le examina, el lustre vítreo, y hay

variedades aventurinadas y con juego de colores; se funde dificilmente al soplete en un esmalte gris verdoso; es insoluble en los ácidos. Las bonitas variedades de hermoso azul, se conocen en joyería con el nombre antiguo de *zafiro* de *agua*; algunas veces tambien las que son aventurinadas tienen los mismos usos. La composicion de esta sustancia es de 33 de alúmina, 11 de magnesia, 3 de peróxido de hierro y 50 de ácido silícico. Se encuentra diseminada en los granitos en Babiera y la Groenlandia, en el cobre piritoso en Suecia, en los basaltos y traquitos en Puy en Velay, en el cabo de Gata en España y en las Indias.

14. La *espinela* (magnesia aluminatada), está en fragmentos de cristales ó cristalizada en octaedros regulares ó dodecaedros romboidales; los cristales son algunas veces hemitropos y casi siempre muy pequeños; su fractura es concoidea y aplastada, pesa 3,7, raya fuertemente casi todos los demas minerales y es rayada por el diamante, el corundo y cimofania; su color es rojo de carmin, azul de añil, rosa, verde ó amarillo. Es infundible al soplete, é insoluble en los ácidos. Se compone de 14 de magnesia, 73 de alúmina, 4 de óxido de hierro y 6 de ácido silícico. Las variedades de color rojo ó rosa, que les da el ácido crómico, se llaman *rubí espinela ó balage* y tienen tanta estimacion como el rubí oriental. Las variedades azuladas, verdes, moradas y negruzcas compuestas, y coloradas por el óxido de hierro, del que contienen mayor cantidad, algo de cal y de sílice pero menos alúmina y magnesia, constituyen la *pleonasta ó espinela negra.* El rubí se halla e las mismas localidades que el corundo, y sus usos son los mismos. Las espinelas pleonastas se encuentran en las dolomias y en otras rocas en el Vesuvio y en el Tirol; en rocas micáceas y arenas en Ceylan; en los terrenos basálticos traquíticos, &c.

§. II. El CALCIO (*calcium*) entra en la composicion de las especies minerales en el estado de óxido ó de cal (*calx*). Este óxido saca su nombre de *calcare*, hollar con los pies, nombre que le dieron los antiguos en razon de su abundancia. Sin embargo, no existe puro en la naturaleza, porque por poco tiempo que esté espuesto al contacto del aire, se combina con el ácido carbónico que en él se encuentra, y forma el carbonato de cal. Por lo demas la cal pura se conoce por su blancura, su infusibilidad, la dificultad con que se disuelve en el agua, y la rapidez con que absorve la humedad desarrollando un gran calor. Sus usos en la fábricacion de las argamasas y mezclas para construir son bien conocidos.

En este género se cuentan un gran número de especies, las principales son:

1.ª La *karstenita* ó *espato cúbico* (cal sulfatada anhidra) cristaliza en un prisma recto rectangular, que se obtiene por la division mecánica, algunas veces modificado por truncaduras sobre todas las aristas paralelas al eje; tambien se halla laminar, botroidal, ó bien fibrosa y sacaroidea; su fractura es ordinariamente laminosa, pesa 2,96; raya á la cal carbonatada y al yeso, poco trasparente, goza de refraccion doble y su color es agrisado, azul ó morado, y algunas variedades tienen el del añil; no blanquea por el fuego, se funde al soplete en un esmalte blanco, y al aire libre absorve la humedad, de donde resultan variedades epigénicas. Su análisis da 42 de cal por 36 de ácido sulfúrico y ademas algunas sustancias estrañas que son accidentales. En el Vutemberg se esplota como marmol.

2.ª El *yeso* ó *selenita* (cal sulfatada hidratada) tiene por forma primitiva un prisma rectangular oblicuo, pero sus formas dominantes son la lenticular, la laminar y la acicular, mas se halla igualmente granudo, fibroso,

compacto, estalactítico, en concrecion y térreo; algunas veces es diáfano, blanco ó agrisado, de aspecto mate vidrioso, anacarado ó sedoso, trasluciente ú opaco, pero siempre bastante blando para dejarse rayar con la uña; la raya es blanca, la fractura lisa en las variedades sacaroideas, un poco astillosa en las compactas, y el peso específico 2,23. Blanquea por el fuego y se reduce á un polvo (yeso propiamente dicho) soluble en el agua; se compone de 33 de cal, 46 de ácido sulfúrico y 20 de agua.

Esta sustancia estremamente comun en la naturaleza se halla en muchos terrenos, pero donde principalmente se la vé es en los secundarios y terciarios en los que constituye masas de mucho espesor y aun montecillos y colinas elevadas. La mayor parte de las aguas la contienen en disolucion y algunas veces la depositan.

El yeso es materia muy abundante por todas partes; sin embargo es mas comun en Silicia, Egipto y en España en que le tenemos, entre otras localidades, térreo, compacto y fibroso en Araujuez, Villarrubia, contornos de Madrid, Murviedro y Manuel en Valencia, &c.; y laminoso ó espejuelo en los alrededores de Madrid. El yeso basto está naturalmente cargado de una cantidad de carbonato de cal, á veces un 57 por $\frac{o}{o}$, que es lo que se llama piedra de yeso. Cuando esta sustancia ha perdido por la coccion toda el agua de cristalizacion que contenia, absorve rápidamente el agua con que se la amasa, y forma una pasta que se cuaja en una masa sólida por la desecacion; así sirve para construir, blanquear y guarnecer los edificios; para abonar las tierras y escitar la vegetacion en los prados artificiales; y para la fabricacion de estatuas y del estuco, especie de mármol facticio susceptible de buen pulimento, que resulta de la mezcla de yeso con agua de cola fuerte en la que se han diluido los colores necesarios.

Plinio refiere que los Romanos habian construido con yeso cristalizado un templo á la Fortuna, que no solo no recibia la luz por abertura alguna, sino que parecia mas bien nacer del interior del edificio que venir de afuera.

La variedad compacta, trasluciente, ordinariamente de un color blanco de nieve y sin mezcla de carbonato de cal, es lo que se llama comunmente *alabastro falso* ó *selenitoso*; forma hermosas estalactitas en ciertas cavernas, y se emplea para hacer vasos, jarrones, cajas de relojes de sobremesa y otros objetos de adorno. El alabastro parece que se encuentra en varios parages de la Península.

3.ª El *nitro calizo* ó cal nitratada es una sustancia que se encuentra bajo la forma de agujas finas eflorescentes, ó en concrecion. Su sabor es amargo, se liquida por la accion del aire húmedo, deflagra sobre las ascuas á medida que se deseca, se disuelve en dos veces de agua fria y en menos de su peso de agua caliente; calcinado y puesto en seguida en un parage oscuro, produce un efecto fosfórico. Acompaña á la potasa nitratada en las paredes viejas, muros de las canteras, &c, y sirve para la fabricacion del salitre, cediendo su ácido á la potasa de las cenizas que se añaden.

4.ª La *fosforita*, *apatito* ó *crisolita* (cal fosfatada), es un mineral que se encuentra en estado laminoso, cristalizado; sus formas se derivan de un prisma de seis lados, con frecuencia modificado por apuntamientos y truncaduras; el apuntamiento está muchas veces truncado igualmente que las aristas del prisma tambien puede ser fibroso y térreo, rara vez en gran masa; en un mismo parage los cristales tienen las mismas modificaciones, y sus caras son estriadas paralelamente al eje; la fractura es concoidea; raya la cal fluatada, pero es rayada por el cuarzo; pesa de 3,17 á 3,29; algunas veces es trasluciente ó diáfano, y otras opaco; el color es blan-

co lechoso, azulado, verdoso, verde amarillo, verde de espárrago (*esparraguina*) ó azul amoratado; algunas variedades no tienen color ó son casi negras, el lustre es graso y vivo. El polvo es fosforescente sobre las ascuas, y soluble en el ácido nítrico sin efervescencia, de donde es precipitado por el amoniaco. Su composicion varía mucho; las mas veces es una mezcla de fosfato de cal, con fluato de cal otras con carbonato de hierro ó de cal, silicato hierro, &c., en fin, jamas un fosfato de cal puro. Las variedades cristalizadas estan diseminadas en rocas graníticas cerca de Nantes en Francia, en Sajonia, Tirol, &c. En Sajonia y Bohemia se encuentra principalmente en minerales de estaño, y en España, en depósitos térreos y fibrosos formando colinas considerables hácia Logrosan de Estremadura, donde se emplea como material de construccion. La variedad esparraguina ó se halla en Jumilla en Murcia. Las variedades diáfanas y de colores vivos tienen su aplicacion en la joyería.

5.ª El *espato fluor ó fluoruro* de *calcio* (cal fluatada) se encuentra en cristales derivados del cubo; la division mecánica da el octaedro y el tetraedro: los cristales estan ordinariamente agrupados, algunas veces aislados; pero á veces tambien se halla laminar, granudo, testaceo, ó en forma de pequeños cristales sobrepuestos como tejas, compacto, en concrecion, estalactítico ó térreo cubriendo los cristales. La fractura de los cristales es laminosa muy brillante, y la del compacto concoidea y astillosa; raya al carbonato de cal, pero es rayado por una punta de acero, y pesa de 3,1 á 3,2. Los colores son variados y vivos pues hay variedades diáfanas, lechosas, grises, azuladas, azul-moradas, amarillas, verdes, rojas de rosa y abigarradas de diversos colores. Es fosforescente por el calor ó cuando se frotan dos pedazos uno con

otro; si se arroja en polvo sobre las ascuas, esparce una luz verdosa. Se compone de 52 de calcio y 48 de fluor ú ácido fluórico.

Se encuentra en los mas de los terrenos en capas ó en masas, y á veces en filones sirviendo de ganga á los minerales metalíferos. Le hay en Francia, Alemania, Siberia, y con mas abundancia que en ninguna otra parte en Inglaterra. En España existe la variedad espática en Colmenar Viejo, y en Carranza de Vizcaya.

Es susceptible de un hermoso pulimento y de ser torneado; de las variedades mas hermosas y de mejor color se hacen vasos y se emplean en la joyería. El espato fluor comun en polvo sirve para preparar el ácido fluórico, que se desprende en vapores, corrosivos del vidrio vertiendo sobre aquel ácido sulfúrico; por lo tanto se usa para grabar en el vidrio ó en el cristal.

6.ª La *cal carbonatada*, tambien *espato calizo* ó de *Islandia*, *piedra de cal*, &c., es una sustancia que se encuentra cristalizada, hojosa, laminosa, sacaroidea, granuda-fibrosa, compacta, en concrecion, térrea y seudomórfica. La forma primitiva es un *romboedro*, pero las dominantes son el romboedro *regular*, el *inverso* que es un poco mas prolongado, el *cuboideo* que se acerca al cubo, el *equieje* muy aplastado, el *prisma hexaedro* con bases ó terminado por tres caras y el *dodecaedro*. Tambien se encuentran romboedros alterados lenticulares, cilindroideos, &c.; en fin, no hay sustancia que presente tantas variedades de cristales. Estos estan muchas veces pegados, rara vez aislados, y con frecuencia en maclas ó hemitropia.

Las variedades laminosas son tan pronto granudas como bacilares. Su fractura asi como la de los cristales, es perfectamente laminosa. Hay varios órdenes de division mecánica; uno de ellos está compuesto de tres cru-

ceros, todos igualmente fáciles que dan la forma primitiva. Muchas veces se observan estrias que indican estos cruceros, y que son filamentos aciculares, salientes ó interiores.

Los colores mas comunes de los cristales y de las variedades laminosas son el blanco, el gris, amarillo de miel, el rosa, &c.; algunas veces carecen enteramente de color, pero en lo general tienen algo, aunque siempre poco subido; las mas veces son trasparentes, algunas traslucientes solamente en los bordes, y en este caso esto depende de las mezclas mecánicas; el lustre es vivo y rara vez anacarado.

Las variedades compactas se encuentran en grandes masas, son opacas, y la fractura es casi siempre plano-concoidea, algunas veces astillosa ú hojosa, jamas trasluciente en los bordes, lo que la distingue de la de la cal carbonatada sacaroidea; su color varía, ya blanco amarillento, ya un gris claro sin mezcla; algunas veces por el contrario los colores están mezclados, pero rara vez es azulado, alguna se encuentran puntos brillantes, lo que es debido á la existencia en ellas de conchas marinas que se han transformado en caliza laminosa, y aun se perciben muchas veces dendritas de óxido de hierro ó de manganeso.

La cal carbonatada es rayada por el fluato de cal y una punta de acero, pero á su vez raya al yeso; pesa 2,7; la cristalizada goza de refraccion doble, se hace eléctrica por la compresion y conserva la electricidad positiva por uno ó dos dias. Todas las variedades son enteramente solubles con grande efervescencia en el ácido nítrico; puestas á la llama de una bela decrepitan, es decir, estallan, y calentadas al soplete dan la cal. Para reconocerla, se humedece el dorso de la mano, se pone allí el fragmento enfriado y se esperimenta calor y picor.

La cal carbonatada presenta muchas variedades que merecen conocerse, tales son, entre las cristalinas, el espato cálizo ya descrito y algunos *mármoles*; entre las que no lo son, *la toba caliza*, que así como el *alabastro* es de concrecion; la piedra *litográfica* y la *caliza comun*; en fin, la *creta*, entre las variedades compacta y térrea.

Casi todos los *mármoles* son carbonatos sacaroideos ó compactos. Se llaman mármoles antiguos aquellos cuyas canteras se han perdido ó cuya esplotacion se ha abandonado de suerte que ya no se encuentran sino en los monumentos antiguos. Para constituir un mármol una piedra, debe ser susceptible de pulimento y de dividirse en grandes tablas. Tan pronto tienen un solo color, como muchos colores mezclados; entre estos últimos, se llaman *brechas* ó *almendrillas* á los formados de fragmentos angulosos, reunidos por una pasta caliza. Si los fragmentos son pequeños se les da el nombre de *brocateles* ó jaspeados. Los mármoles enteramente blancos constituyen el mármol *estatuario.* Algunos mármoles hay que son completamente negros; otros son amarillos. Así hay el amarillo antiguo, el amarillo de Siena, &c., otros son rojos, como el rojo antiguo, &c. Entre los que tienen vetas le hay negro con vetas amarillas, negro con vetas blancas, rojo con vetas negras, azul turquí con vetas azuladas. Por último se encuentra blanco y rojo ó blanco de color de carne; rojizo amarillo y blanco, &c., y de fragmentos blancos en una pasta negra. El *brocatel* de España que está compuesto de pequeños granos de amarillo isabela en una pasta morada; el *lumaquela* (del italiano *lumaca, caracol*), formado en gran parte de restos de conchas y de madréporas son de los mas hermosos; otros como el *verde antiguo*, el cipolin y el de Campan contienen otros minerales, el primero serpentina, el segundo y tercero mica.

La cal carbonatada *en concrecion* está compuesta de capas

planas, concéntricas ú ondeadas y formadas de fibras; las mas veces está en estalactitas y estalagmitas. Una de sus variedades es el verdadero *alabastro*, cuya testura es granuda ó laminosa, de un color blanco lechoso ó amarillento, ligeramente venoso, trasluciente, bastante duro para rayar el mármol y susceptible de un hermoso pulimento: ordinariamente está en estalactitas en cavernas naturales.

La *toba* es una variedad de cal carbonatada en concrecion pero porosa y aun celular; muchas veces contiene arena y restos de cuerpos orgánicos, algunas veces es trasluciente. Estos depósitos concrecionados se hacen á veces muy rápidamente, de modo que cubren los cuerpos sumergidos en las aguas que les abandonan y forman incrustaciones; las que se hacen en la superficie de las arenas rodadas por estas aguas, les dan la apariencia de drageas ó pisolitos. Cuando se introduce en estas aguas una sustancia cualquiera es prontamente cubierta.

La *piedra litográfica* es compacta, de grano muy fino y apretado, amarillento ó gris, de fractura lisa y susceptible de pulimento.

La *piedra caliza comun* ó *piedra de construccion*, tiene el grano menos apretado, es amarillenta, agrisada sucia, menos dura que el mármol, poco susceptible de pulimento y abraza cuatro variedades: el *lias* de grano fino homogéneo; la llamada *cuarcífera* que encierra conchas y sílice diseminada; la *blanca verdosa* tierna y que se desagrega fácilmente; y la de *grano grosero* que contiene muchas conchas y es la mas comun.

La *oolita* compacta está formada enteramente de partes distintas redondo-granudas parecidas á huevos de ciertos pescados reunidos por una pasta caliza.

La *creta* ó cal carbonatada térrea es blanca ó amarillenta, ó agrisada, de fractura térrea, muy frágil, se pega á

la lengua y mancha los dedos. Casi siempre contiene una pequeña cantidad de sílice y de arcilla.

Las *seudomorfoses* son conchas, madréporas, &c.

Las variedades laminosas de cal carbonatada se encuentran en filones en los terrenos que se llaman primitivos y en los de transicion, en nidos en las rocas amigdaloidales, es decir, sembradas de cavidades mas ó menos grandes llenas muchas veces de sustancias estrañas que tienen casi la forma de almendras; estos nidos estan diseminados en las calizas de conchas. Las variedades fibrosas estan en filones grandes ó pequeños, y se dividen ordinariamente en número par de ramas; las fibras son siempre perpendiculares á la direccion de los filones; tambien se encuentran en concrecion. Las sacaroideas estan en capas con mucha frecuencia en los terrenos primitivos, rara vez en los secundaríos. Las compactas se hallan en capas en los terrenos secundarios antiguos, inclusas la oolítica y la caliza tosca marina y fluviátil. Los mármoles en los terrenos de transicion ó de caliza alpina en capas; y las concrecionadas en estalactitas y estalagmitas. Por último, la creta en capas muy gruesas.

Las diversas especies de calizas son muy abundantes por todas partes y particularmente en los Alpes, Pirineos terrenos secundarios del Jura y en los terciarios de Paris. En España tenemos la piedra caliza folicular ó laminosa en el Molar, Vallecas, Vizcaya y en los Pirineos. La estalactita caliza fibrosa y compacta en varias grutas y señaladamente en Millares y Albayda de Valencia, cerca de Matabuena á algunas leguas de la Granja, ó en la sima de San Agustin cerca del Molar y en otros muchos parages. El alabastro, á dos leguas de Alicante y cerca de Málaga. La compacta como la piedra de construccion en Colmenar, la de cal en la Alcarria, &c. Entre las aguas incrustantes lo son en España la

de fuente la piedra en Antequera y las del rio Gallo. En nuestro pais tambien abundan los mas preciosos mármoles; en Andalucia hay infinitas variedades en los reynos de Valencia, Murcia , Granada, &c. y entre ellos de gran mérito por su color y matices, como blanco en la montaña de Filabrés, cerca de Almería, negro con vetas blancas, en Reinosa amarillo y rojo, azulado y blanco en el monte á cuyo pie está Murviedro, blanco y rojo á tres leguas del valle de San Felipe, de color de carne en Antequera, rojo con vetas negras en Naquera de Valencia, de color de carne y blanco, rojizo, amarillo y blanco en las inmediaciones de Molina de Aragon.

El espato calizo solo sirve para demostrar el fenómeno de la doble refraccion cuando es transparente, y como electroscopio. Los mármoles se sierran, se labran y tornean. Sus asperidades se desgastan con areniscas, despues con la piedra pomez y esmeril ó almagre; el último pulimento se les da con una composicion de pótea de estaño, alumbre y limaduras de hierro. El alabastro se emplea para hacer estatuas y vasos. El oriental es de mucho precio. Las aguas incrustantes pueden servir para preparar algunos objetos curiosos como en la fuente de Juvisy algunas leguas de Paris, donde hacen con alambre de hierro unos cestitos que llenan de frutas y hojas que despues incrustan, y mas aun como en San Felipe de Toscana, en que se amoldan por incrustacion medallas y bajos relieves. La piedra litográfica se ha aplicado en el dia á la música, á la escritura, dibujo de pluma y lapiz (1). La caliza comun sirve de piedra de construccion

(1) El método que se sigue para litografiar consiste en dibujar sobre la piedra pulimentada con un lapiz compuesto graso ó una tinta grasa; una lavadura con agua acidulada limpia la piedra y hace la tinta y el lapiz insolubles en el agua sin atacar al dibujo que por este medio queda como en relieve. Entonces se pueden multiplicar las pruebas sobre el papel hasta 1000 ó 1,500 veces. Para tener ejemplares del dibujo, se moja la

ó de sillería. La piedra de cal calentada en hornos particulares da la cal viva, cuyos usos quedan ya descritos. Para terminar, la creta sirve para hacer el lápiz blanco que se usa para dibujar en el encerado, para la pintura al temple, para hacer la cal hidraúlica artificial mezclándola con arcilla, formando con ella bolas y calcinando estas de nuevo, y para preparar la creta tan usada en el pulimento de los metales blandos, como la plata, estaño, &c. Para este último fin, se diluye la comun en agua hasta que forme una papilla espesa que se agita; en seguida se deja á esta reposar cerca de dos horas, tiempo en el que se precipita la arena que ha podido estar mezclada, despues se saca el líquido con cubos sin remover el fondo, se vierte en toneles donde la creta así purificada se deposita y se decanta el agua; entonces se saca la creta se hacen de ella montones que se colocan sobre creta en bruto que absorve rápidamente la humedad, y se les amolda en panes que se ponen apilados á secar lentamente al aire.

6.ª El *aragonito*, por otro nombre *igloita* ó cal carbonatada dura y prismática, es una sustancia cristalizada lo mas comunmente en un prisma hexaedro con bases, ó en un prisma romboidal terminado por un ángulo diedro ó bisel; muchas veces los cristales estan implantados unos en otros. Tambien se halla en dodecaedros triangulares con el nombre de *apotoma*, en el de masa fibrosa, en concrecion y coraloideo con el de *flos ferri* porque tapiza las cavidades de varias minas de hierro. Es fácil de romper, de fractura concoidea, ó fibrosa, raya al carbonato de cal, pero es rayado por la cal fosfatada, y pesa

piedra, en seguida se pasa un rodillo cubierto de una tinta particular que solo se pega á las partes dibujadas, pues el agua la repele en los demas puntos. Por último se pone un papel encima y se fija el dibujo por medio de una presion mecánica.

2,9 ; su color es blanco verdoso, agrisado ó amarillento; en las masas fibrosas y agujas es blanco de leche, arrasado en la variedad coraloidea, y con un matiz de morado amatista sucio en los cristales prismáticos de España; el lustre vítreo, mas vivo que en la cal carbonatada; trasluciente, rara vez diáfano, goza de doble refraccion, y espuesto á la llama se divide en hojillas arrojando las partes que se desprenden. El aragonito está compuesto de 95 á 99 de carbonato de cal, de 0,5 á 4 de carbonato de estronciana y de 0,2 á 0,5 de agua. Se le encuentra embutido en el yeso, arcillas, basaltos y tobas volcánicas en Inglaterra, Aubernia, y Pirineos, en Burgos cerca de la capilla de Santa Casilda y sobre todo en Aragon á media legua de Molina, de donde le viene el nombre.

7.ª Las formas cristalinas ó irregulares de la *dolomía* (cal carbonatada magnesífera) se encuentran en la cal carbonatada. Las principales variedades de esta son la *laminar granuda*, *sacaroidea* y *compacta*; la division mecánica da romboedros completos; raya el vidrio y da chispas con el eslabon; pesa 2,8 á 2,10. Es blanca ó blanca agrisada, de lustre vivo anacarado, con refraccion doble, y opaca cuando no es cristalina; fosforescente por frotamiento y lentamente soluble en el ácido nítrico con efervescencia; se compone de 31 de cal, 22 de magnesia, y 47 de ácido carbónico, pero estas proporciones varian.

Se halla en masas ó capas de mucho espesor en varios terrenos como los de transicion y secundarios. No tiene usos particulares, aunque se puede emplear como piedra de construccion. La cal que da es de muy mala calidad.

8.ª La *cal carbonatada cuarcífera* ó *arenisca cristalizada* es una sustancia que está en cristales perfectos de figura de un romboedro inverso y que presenta enteramente la apariencia de una arenisca, así es que raya el vidrio y dá chispas con el eslabon; propiamente hablando

es una arenisca caliza; los cristales estan con frecuencia agrupados, y algunas veces la materia se halla en forma de mamelones; se disuelve con efervescencia en el ácido nítrico, pero dejando por residuo los granos cuarzosos de que está penetrada. Se ha encontrado en el bosque de Fontainebleau.

9.ª La *cal carbonatada arcillosa* no es otra cosa mas que una caliza mezclada con arena muy fina: se la ha dado este nombre á causa de la propiedad que tiene de hacer pasta con el agua. En general su color es gris blanquecino ó amarillento; algunas variedades son fétidas, otras fosforescentes por el frotamiento; por lo comun está en masa sólida.

10. El *espato manganesiado* ó *cal carbonatada ferromanganesífera* está algunas veces cristalizada en un romboedro primitivo ó en masa. El color es blanco de leche, el lustre anacarado muy vivo, un poco trasluciente en los bordes, no forma sensiblemente efervescencia con el ácido nítrico que le hace amarillear ó pardear; al soplete no da cal; algunas veces se hace magnético y se oscurece siempre. Esta misma sustancia aun en masa se oscurece á la larga por la accion del aire. La variedad de que aquí se trata, contiene el hierro y el manganeso en el estado de óxido; está en filones en terrenos antiguos, y en filones metalíferos. Se encuentra en las minas de plomo de Oyarzun en Vizcaya.

11. La *piedra hedionda* ó *cal carbonatada bituminosa* es una sustancia parda ó negra, cuyo color es debido al betun que se halla mezclado en ella y que la da un olor muy fétido, cuando se calienta ó se frota. Se designan en general con el nombre de *piedra de puerco*, las variedades muy fétidas; algunas veces el olor es análogo al de las criadillas de tierra.

A la cal carbonatada siguen la *datolita* ó cal boratada

silícea, y la *farmacolita* ó cal arseniatada, sustancias raras, y de ninguna importancia.

12. Bajo el nombre de *anfibol* se comprenden tres subespecies ó variedades minerales distintas. Sus formas cristalinas se derivan todas de un prisma oblicuo de base romboidal, y presentan una division paralela á los planos; son bastante duras para rayar al vidrio; pesan de 3, á 3,5, y se funden en un vidrio de diferente color segun que es la *tremolita*, la *actinota* y la *hornblenda* ó blenda córnea.

La *tremolita* ó *grammatita* tiene sus cristales que descansan sobre una arista obtusa, y con frecuencia apuntados ó terminados en bisel; el color es blanco, gris, azulado ó verde puro; es fosforescente sobre las ascuas y fundible al soplete en un vidrio ó esmalte blanco; los cristales de esta variedad son los menos modificados; muchas veces están en masas fibrosas, á veces blancas y sedosas; esta subespecie es la grammatita asbestoidea.

La *actinota* es ordinariamente de un color verdes claro que pasa á subido y negruzco; sus cristales están mas modificados que los de la grammatita y sobre todo los negros, rara vez están terminados y por lo comun son prismas prolongados; tambien se encuentra fibrosa y radiada.

Las variedades verdes son sedosas, el lustre es tambien un poco vidrioso; las variedades negras no son sedosas, su lustre es algunas veces muy débil.

El *anfibol horn-blenda* ó *blenda córnea*, es una sustancia que se encuentra por lo comun en masas difíciles de romper; de fractura lisa ó astillosa en grande; algunas veces es seudo regular, de olor arcilloso por el aliento, de color verdoso mas ó menos negro, con poco ó ningun lustre; muchas veces magnético y fundible al soplete en un vidrio negro.

Todas estas variedades estan compuestas en proporciones variables de magnesia, cal, alúmina, óxido de hierro, ácido silícico y vestigios ácido hidrofluórico.

La grammatita se encuentra en la dolomia, en San Gotardo, y en las calizas de Suecia y Noruega. La actinota se halla con frecuencia en los terrenos talcosos de los Alpes, y en los terrenos primitivos; las variedades negras en los volcanes ardientes ó apagados. Por último la hornblenda es mas abundante que las sub-especies precedentes pues constituye una gran parte de las rocas anfibólicas en las que está con frecuencia mezclado con feldspato. En nuestra península hay blenda córnea comun en San Lorenzo, Horcajuelo y varios lugares de la provincia de Guadalajara. Ninguna de estas sustancias tiene usos.

13. El *asbesto* es una de las sustancias mas singulares del reino mineral. Todos sus caractéres esteriores le harian tomar á primera vista por una materia de orígen vegetal si su inalterabilidad por el fuego y los ácidos en frio, su dureza que la permite rayar el vidrio, y las mas veces su color blanco verdoso argentino y lustre sedoso, no persuadiesen que pertenece en realidad al reino inorgánico. El asbesto no presenta siempre el mismo aspecto; antes difiere segun las variedades. La principal es el *amianto* compuesto de hilos largos, flexibles, elásticos y con lustre de seda ó de nácar, blanco, blanco verdoso ó rojizo y fundible con dificultad en esmalte blanco. A esta siguen el *asbesto comun*, de fibras de color verde mas ó menos oscuro sin brillo nacarado, fragmentos escamosos, y que se funde al soplete con dificultad en una escoria negra; el *cuero* de *montaña*, en el que las fibras son entrelazadas en vez de ser paralelas, blanco ó amari-

llento, y que cuando está en pedazos delgados toma el nombre de *papel de montaña*; el *corcho de montaña* ó *asbesto elástico*, que está en masa y en placas de color blanco amarillento, blanco agrisado, ceniciento, de fibras entrelazadas y flotante sobre el agua; finalmente el *leño de montaña* ó *asbesto ligniforme* en masas del color pardo y del aspecto de ciertos leños, y fundible en una escoria negra.

Todas estas variedades á escepcion del amianto no tienen usos; como no ejercen sobre él la accion los ácidos, y es tan flexible, se emplea como esponja para retener el ácido sulfúrico que inflama las pajuelas preparadas con azufre y clorato de potasa; los antiguos hacian con él telas incombustibles en que quemaban los cadáveres de los personages para conservar sus cenizas. En Roma existe, en la biblioteca del Vaticano, un sudario de esta sustancia, que contiene todavía cenizas y huesos; mezclándole con un poco de cáñamo ó lino se le puede hilar; pero en el dia no se trabaja como no sea para algunos objetos de curiosidad, como encaje que es tan delicado como el de hilo, bolsas y gorros de pastores que de Rusia y Córcega llevan á Francia, mechas incombustibles para lamparillas, y un papel tambien de la misma naturaleza que recibe con bastante regularidad la impresion de la litografía y grabado en madera.

14. El nombre de *piroxena*, como el de anfibol, se aplica á unas sustancias cristalizadas, bacilares, fibrosas compactas y descompuestas, cuyos cristales se derivan de un prisma romboidal oblicuo aunque se diferencian en la composicion, de modo que puede dividirse esta especie en dos sub-especies: en piroxena de base de cal y magnesia ó *blanca*, y de cal y de óxido de hierro ó *negra*.

La *piroxena blanca* (cal y magnesia siliciatadas) tiene por formas cristalinas dominantes un *prisma romboidal* truncado en las aristas agudas, ó uno *hexagonal* ú octogonal *simétrico*, con frecuencia terminados por apuntamientos de cuatro caras; la fractura es laminosa, algunas veces concoidea, raya dificilmente al vidrio, y pesa de 3,25 á 3,27; rara vez es diáfana y por lo comun ópaca; su color es blanco verdoso, el lustre muy vivo en lo interior, pero en la superficie algunas veces carece de él. Se funde al soplete en un vidrio casi sin color, y es inatacable por los ácidos. Contiene 25 de cal, 18 de magnesia, 1 de protoxido de hierro, 2 de protóxido de manganeso y 55 de ácido silícico, pero las proporciones varian mucho.

En la piróxena se admiten muchas variedades que han recibido nombres especiales: *diopsida*, cuando está en cristales largos, blancos y verdosos, con lustre vidrioso; *alalita*, si es trasparente y gris verdosa; *sahlita* de estructura muy laminar, blanca ó verde pálida; *fasaita*, de lustre casi vidrioso y verde subido ó amarillento; y *cocolita*, de testura granuda y verdosa.

La *piróxena negra ó augita* llamada tambien *Jefersonita* (cal, magnesia y hierro siliciatados), es una sustancia verde negruzca ó negra, que raya dificilmente el vidrio, de lustre vidrioso y fundible al soplete en un esmalte negro ó pardo; el color del mineral y del esmalte obtenido al soplete depende de la mayor, ó menor cantidad de óxido de hierro que en él se encuentra; por término medio contiene 21 de cal, 3 de magnesia 26 de protóxido de hierro y 49 de ácido silícico; las proporciones varian mucho.

Esta sub-especie y la precedente, se encuentran en las mismas localidades tapizando cavidades y filones, formando capas y vetas en los terrenos micaceos en los Pi-

rineos; en calizas y pizarras arcillosas en el Piamonte; en dolomias en el Tirol; en minerales de hierro magnético en Suecia y Noruega; en tobas basálticas en los volcanes apagados de Sajonia y Bohemia, y en las lavas de los volcanes ardientes. La piroxena negra es volcánica. Ni una ni otra tienen usos, pero es de la mayor importancia su conocimiento para el estudio de las rocas.

14. La *epidota* es una sustancia que se encuentra cristalizada, en masa radiada, compacta, arenacea ó pulverulenta; la forma es un prisma recto irregular; la fractura laminosa en una direccion, concoidea ó astillosa en otra; raya fácilmente al vidrio, da chispas con el eslabon y pesa de 3,3 á 3,5. En esta especie se distinguen dos variedades principales: la *talita* (*thallita*) en cristales prismáticos, casi vidriosos y de color verde oscuro ó con reflejos amarillos; y la *zoisita*, en cristales enclavados, laminares de color gris claro ó gris rosado bajo. Tambien se ha dicho que la talita no tenia cal, ni la zoisita hierro como principios constituyentes, pero este es un error, pues la análisis ha demostrado lo contrario. La zoisita se funde al soplete solamente en sus bordes, la otra se funde como hirviendo en una escoria parda. Su composicion media es 22 de alúmina, 15 de cal, 20 de protóxido de hierro y 37 de ácido silícico; la cal y el protóxido de hierro se reemplazan mutuamente en diferentes ejemplares, pero en proporciones variables en cada uno de ellos. Se encuentra en las rocas talcosas en el Tirol, Carintia, Savoya, Delfinado; en las minas de hierro de Arendal, de donde la vienen los nombres de *delfinita*, *arendalita*, &c. y en las de plata de Konsberg en Noruega.

En el género calcio se incluyen tambien una multitud de silicatos de cal, alúmina y hierro de muy poca importancia en comparacion de los que acabamos de des-

cribir, pues sobre no tener uso alguno son bastante raros: tales son los siguientes: la *Wernerita*, se halla en cristales derivados de un prisma recto de base cuadrada, las mas veces en un prisma octogonal terminado por pirámides de cuatro planos, pesa 2,75, y es de color verdoso.

En la *parantina* la forma cristalina es la misma que la de la Wernerita, solo que en ella los planos adicionales á que corresponden las caras del apuntamiento son menores que lo del prisma primitivo; es de estructura laminar, de 2,6 de peso específico, color verdoso, blanco, amarillento ó rojo oscuro, lustre anacarado, &c.

La *prehnita ó zeolita radiada* está cristalizada en mamelones, fibrosa ó compacta; los cristales son derivados de un prisma recto romboidal, pero las mas veces son láminas romboidales hexagonales ó en forma de abanico; de fractura laminosa un poco curva, raya al vidrio, pesa 7, de color blanco-verdoso, verde de manzana ó verde de puerro, lustre un poco anacarado pero mas vivo en la fractura, eléctrica por el calor; al soplete se funde con hervor en un vidrio blanco ampolloso, y es soluble en forma de jalea en los ácidos. Se compone de alúmina 25, cal 27, sílice 44, agua 4.

La *chabasita*, *cuboita ó zeolita cúbica*, está en cristales derivados de un romboedro obtuso con estrias en las caras; la fractura es imperfectamente laminosa, no raya al vidrio, pesa 2,7, tiene un color gris amarillento ó blanco agrisado; al soplete se funde fácilmente, hinchándose, en un vidrio blanco ampolloso. La composicion es de 18 de alúmina, 10 de cal, 2 de potasa, 51 de ácido silícico y 20 de agua.

La *estilbita* siempre se halla en masas cristalinas, laminosas ó globosas, fibrosas ó en figura de abanico; su forma primitiva es un prisma recto rectangular; la fractura es transversal, áspera, laminar paralelamente al eje; raya la cal carbonatada, pesa 2,2, tiene color blan-

co agrisado, amarillento ó blanco mate, lustre casi siempre anacarado; blanquea y se esfolia sobre las ascuas, al soplete se esponja y se funde en un vidrio ampolloso; en fin, los ácidos la disuelven en caliente y no la convierten en jalea en frio, sino con mucha dificultad; está compuesta de 16 de alúmina, 9 de cal, 3 de potasa ó sosa, 58 de ácido silícico y 16 de agua.

La *lomonita ó zeolita eflorescente* es cristalina ó pulverulenta por eflorescencia. Su forma primitiva es un prisma romboidal terminado por biseles; tierna, frágil, de estructura laminosa, de division muy fácil en la direccion de los planos del prisma, y pesa 2,3; los cristales son agrisados si no estan alterados, blancos si esflorescidos; al soplete se funde en un vidrio blanco ampolloso. Su composicion es de 23 de alúmina, 12 de cal, 48 de ácido silícico, y 16 de agua.

La *idocrasa*, *jacinto volcánico* ó *vesuviana* es una sustancia cristalizada ó granuda, cuyos cristales se derivan de un prisma de base cuadrada; á veces las caras estan multiplicadas al infinito y en estremo estriadas; la fractura es concóidea, y la de las masas laminosa; raya al cuarzo, pesa 3,45, es de trasparencia variable, rara vez diáfana, las mas veces opaca, de color verde aceitunado amarillento, negro ó azulado, lustre vidrioso un poco graso; se funde al soplete en un vidrio amarillento, y se compone de 18 de alúmina, 38 de cal, 6 de óxido de hierro, 3 de magnesia y 38 de sílice.

En fin, la *axinita ó chorlo morado* está en tablas con biseles unilaterales cortantes que se derivan de un prisma recto de base paralelográmica oblicuangular, con estrias en las caras, de fractura desigual muchas veces astillosa en las masas, fácil de romper, raya al feldspato pero no al cuarzo, pesa 3,21, su color es rojo, morado, pardusco ó verdoso, y el lustre vidrioso. Los cristales primitivos mas limpios estan colorados de verde por la clorita que

les cubre á lo menos por dos lados; los que no tienen clorita son muy diáfanos. La axínita es eléctrica por el calor; al soplete hierve y despues se funde en un esmalte gris; es inatacable por los ácidos, y se compone de 19 de cal, 19 de alúmina, 14 de óxido de hierro, 4 de óxido de manganeso, 44 de ácido silícico y vestigios de ácido bórico.

§. III. La *estronciana*, óxido de un metal llamado ESTRONCIO (*strontium*), es sólida, blanca, tiene todas las propiedades de los álcalis y da un color rojo á la llama del alcohol; unida con los ácidos se encuentra en la naturaleza en el estado salino formando dos especies principales, la *celestina* y la *estroncianita*.

La *celestina* (estronciana sulfatada) se encuentra, ya cristalizada en hermosos prismas ordinariamente azulados, derivados de un prisma recto de base romboidal, ya en masas fibrosas y radiadas; pesa 3,9 y se funde al soplete en un esmalte blanco de un sabor á huevos podridos; es soluble en el ácido nítrico y colora de rojo la llama del alcohol. Se compone de 56 de estronciana y 44 de ácido sulfúrico. Muchas veces está mezclada con otras sustancias. Se halla en muchos parages en los terrenos selenitosos con azufre, en Sicilia, Cádiz, Suecia, &c. y sin azufre en los alrededores de París.

La *estroncianita* (estronciana carbonatada) que abunda cerca de Strontian, en Escocia, de donde le ha venido el nombre al óxido, está muy rara vez cristalizada en prismas hexaedros derivados de un romboedro y algunas veces en agujas mal determinadas y aplicadas unas á otras; ordinariamente se halla en masas radiadas; raya el espato calizo, pesa 3,69, tiene un color blanco muchas veces verdoso y un lustre graso. El polvo es fosforescente sobre las ascuas y soluble con efervescencia en el ácido nítrico; su disolucion colora la llama del alcohol en rojo; es fundible por el soplete, y contiene 68 de

estronciana, 30 de ácido carbónico y el resto en óxido de manganeso, cal y agua. El carbonato de estronciana se encuentra, segun Cordier, en las minas de la Carolina.

Estos dos minerales no tienen mas aplicacion que la de estraer la estronciana, para preparar el alcohol ó espíritu de vino en los fuegos artificiales y emplearla como reactivo químico.

§. IV. En el género BARIO (*baryum*) se comprenden un corto número de especies que se encuentran en la naturaleza y resultan de la combinacion del óxido de bario ó barita, sustancia gris y porosa, pero pesada, soluble en frio en 20 veces su peso de agua y en 2 solamente en caliente, y que precipita al instante en blanco con el ácido sulfúrico.

Este género solo contiene tres especies.

1.ª El *espato pesado* ó *baritina* (barita sulfatada) se encuentra en el estado cristalino, laminoso, fibroso, sacaroideo, compacto y térreo. La forma primitiva es un prisma romboidal recto, muchas veces reducido á tablas; raya la cal carbonatada y es rayado por el espato fluor; su color es blanco, rojo de carne, amarillo, hermoso rojo y aun azul; unas variedades son diáfanas y otras traslucientes; pesa 4,7; su lustre es muy vivo en la superficie de los cristales; las variedades bacilares tienen un lustre poco anacarado. Una variedad que está en masas irregularmente globosas, de estructura fibrosa y radiada es fosforescente y se designa comunmente bajo el nombre de *fósforo de Bolonia*; al soplete decrepita y se funde en un esmalte blanco que tiene el sabor á huevos podridos. Se compone de 66 de barita y 34 de ácido sulfúrico. Se emplea en los laboratorios para preparar la barita y sus sales; se sirven de él para falsificar el albayalde, y como fundente para diversas operaciones me-

talúrgicas. Algunos autores ingleses han anunciado que puede usarse con ventaja despues de calcinado, en lugar de yeso, para escitar la vegetacion en los prados artificiales.

Se halla en filones metálicos en una pizarra arcillosa en la inmediacion de los minerales de cobre, y cerca de los de plomo, plata y mercurio, ó en capas en las rocas graníticas. En la Aubernia y los Alpes se encuentran algunas variedades sacaroideas; la fibrosa fosforescente en Monte Paterno cerca de Bolonia. Segun Hergen la barita folicular ó sulfatada se halla en Colmenar Viejo, en Teruel en la mina del Collado y en Zerein en Vizcaya.

2.ª La *Witerita*, *barolita* ó *espato pesado aereado* (barita carbonatada) puede ser cristalizada, fibrosa ó compacta; la forma se deriva de un romboedro un poco obtuso, las mas veces está en costras gruesas de fractura astillosa; raya al espato calizo pero es rayada por el fluor pesa 4,29, trasluciente, de color blanco lechoso y lustre graso; el polvo es fosforescente sobre las ascuas; y soluble lentamente en el ácido nítrico. Esta disolucion mezclada con el espíritu de vino colora su llama de amarillo. En Inglaterra la usan para matar los ratones. En efecto, todas las sales de barita son venenosas. La barita se compone de 77 de barita, 23 de ácido carbónico, cal, &c.

3.ª Con el nombre de *harmotoma* y *jacinto blanco cruciforme* (alúmina y barita siliciatadas y agua), se conoce una sustancia que se encuentra siempre cristalizada, cuya forma primitiva puede referirse á un octaedro obtuso de base cuadrada, y la dominante á un prisma rectangular recto terminado por una pirámide que descansa sobre las aristas del prisma; varios de estos prismas se agrupan muchas veces y constituyen la variedad

cruciforme; raya dificilmente al vidrio, pero facilmente al espato fluor, pesa 2,4, es trasluciente, de color blanco, mate ó amarillento, de lustre un poco anacarado, fundible al soplete en un vidrio blanco y soluble en los ácidos; contiene 16 de alúmina, 18 de barita, 49 de ácido silícico y 17 de agua. Se halla en rocas amigdaloidales con la chabasita en Alemania, en Andreasberga en filones argentíferos, en Escocia en una caliza, &c.

TERCER ÓRDEN.

ÓXIDOS MUY SOLUBLES.

En este tercer órden se encuentran el *litio*, el *sodio* y el *potasio*, cuyos óxidos la litina, la sosa y la potasa son los álcalis por escelencia, sumamente solubles, y dan orígen á sales igualmente solubles.

§. I. La litina, óxido de LITIO (*litium*), se ha estraido por la análisis química de dos sustancias minerales, la *trifania* y la *petalita*, en las que existe en el estado de silicato unida con la alúmina.

La *trifania* llamada tambien *zeolita* de *Suecia* (alúmina y litina siliciatadas) da por la division mecanica un prisma romboidal, raya al vidrio y produce chispas por el eslabon; pesa 3,19 y es de color verdoso con ligero lustre anacarado; al soplete se hincha y despues da un vidrio sin color; calentada en un crisol se divide en partículas amarillas que pasan insensiblemente al gris ceniciento; sobre una hoja de platina con la sosa deja una mancha morena. Es mineral bastante raro, sin embargo, se ha encontrado en la Sundermania, Escocia Islandia, &c.

La *petalita* ó *Berzelita*, que es otro siliciato de alúmina y litina, es poco comun, laminosa; tiene sus

líneas de division paralelas á un prisma romboidal, raya dificilmente el vidrio, pesa 2,44, es blanca ó blanco verdosa, de un lustre vidrioso un poco anacarado, fusible al soplete en un esmalte blanco, y si se la calienta sobre una hoja de platina obra como la trifania.

§. II. La *sosa* ú óxido de SODIO (*sodium*) se parece tanto á la potasa, que durante algunos años no se han podido distinguir estos álcalis; una y otra son blancas, fundibles y solubles en el agua; la unica diferencia que las distingue es que poniendo cloruro de platina en la disolucion de potasa, se forma un precipitado ó depósito de materia amarilla, al paso que en la de la sosa no se forma precipitado. Por lo demas esta última, asi como la precedente, no se encuentra en la naturaleza en el estado de pureza y está siempre combinada con el ácido sulfúrico, carbónico, cloro, boro, &c. formando entre otras especies las siguientes:

1.ª La *sal de Glaubero* (sosa sulfatada) es una sustancia rara vez en cristales, cuya forma primitiva es un octaedro simétrico, y por lo comun en agujas concrecion, incrustaciones ó pulverulenta; de sabor amargo, fresco y salado; perfectamente trasparente cuando la sal está pura, lustre vidrioso en la fractura reciente, muy eflorescente al aire y fundible á un ligero calor perdiendo su agua de cristalizacion. Se compone de 25 de sosa, 27 de ácido sulfúrico y 48 de agua.

La sosa sulfatada se encuentra ordinariamente en el agua de las fuentes cercanas á las salinas y en eflorescencias níveas en la superficie de algunas rocas pizarrosas ó calizas. Se emplea en medicina como purgante. Tambien sirve para reconocer la propiedad desmoronable que tienen ciertas piedras por la accion de los yelos; al efecto se hacen hervir en una disolucion de sulfato de sosa saturada en frio, despues se dejan

eflorescer durante algunos dias, teniendo cuidado de quitar la eflorescencia con algunas gotas de agua caliente; la piedra resistirá á las heladas, si esta prueba no la hace desmoronarse en granos, porciones ú hojas.

A esta especie debe referirse la *tenardita* que probablemente es la misma, y no se diferencia sino en que contiene 0, 22 de subcarbonato de sosa por 99, 78 de sulfato de sosa anhidro; por consiguiente hace efervescencia con los ácidos, es amarga y soluble en el agua. Se encuentra en octaedros en el fondo de las aguas salinas de Espartines cerca de Madrid, donde se la esplota para hacer sosa.

2.ª La *globerita* (sosa y cal sulfatadas) tiene por forma primitiva un prisma romboidal oblicuo; los cristales son por lo comun aplastados, de 2, 73 de peso específico, trasparentes, blanco amarillentos, que se electrizan resinosamente por el frotamiento, pierden su trasparencia en el agua que se pone lechosa, y decrepitan en el momento al soplete pero se funden en un esmalte blanco. Se compone de 51 de sulfato de sosa anhidro y de 49, de sulfato de cal igualmente sin agua.

Se encuentra en Villarrubia, cerca de Ocaña, donde los cristales estan engastados en masas de sosa muriatada laminar.

3.ª La *sal comun* ó *marina*, *cloruro* de *sodio* ó *hidroclorato de sosa* (sosa muriatada) cristaliza muy fácilmente en cubo y da la forma primitiva con facilidad por la percusion. No tiene color, pero puede tenerle, accidentalmente, entonces es gris, roja ó azul; raya al espato calizo, pesa 2, 15, y sobre todo goza de un sabor salado y característico; es inalterable al aire cuando está pura y se hace delicuescente cuando contiene hidroclorato de cal ó de magnesia. Sobre las ascuas decrepita y se funde por el calor. Su disolucion precipita en blanco por el nitrato

de plata. El precipitado es pesado, cuajado y soluble en el amoniaco, pues es cloruro de plata. Se compone de 60 de cloro y 40 de sodio. Tambien contiene mucha agua, pero los químicos no la consideran como esencial.

El cloruro de sodio presenta dos variedades principales que provienen de su orígen. Está en masas cristalinas muy voluminosas, con color ó sin él, cuando se saca de la tierra, ó en pequeños cristales cúbicos cuando es producido por la evaporacion de las aguas.

La sal comun se encuentra en el seno de la tierra, en las inmediaciones de los volcanes, y en disolucion en las aguas de las fuentes, de los lagos ó del mar.

Se llama *sal gema* la que se saca de las entrañas de la tierra.

Esta se halla abundantemente repartida en casi todas las partes del mundo. Parece que la prevision de la naturaleza ha proporcionado la abundancia de sal á su inmensa utilidad para el hombre y los demas animales. No se encuentra mas que en los terrenos secundarios, y sobre todo en las capas inferiores del terreno que está debajo del lias; tambien es muy probable que no la haya en los terrenos terciarios. La sal gema no constituye por sí sola capas distintas sino que suele estar subordinada á depósitos de arcilla calizos y aun yesosos. Las mas veces está diseminada en nidos ó vetas; pero algunas tambien forma masas muy considerables.

En todas las partes del mundo hay un gran número de depósitos salíferos, donde probablemente se encuentran en las posiciones que acabamos de indicar. Los hay en toda la parte septentrional de los montes Carpatos, desde Cracovia hasta Bukovina y en Moldavía. La otra pendiente es tambien muy abundante de sal en Hungría y en Transilvania. Las orillas del mar Caspio, la Rusia de

Europa y de Asia poseen gran número de salinas. La España no es menos rica, como lo atestiguan las de Cataluña y Aragon, la de Monovar en Valencia, la de Villarrubia, &c. En Africa, existen depósitos inmensos en diferentes parages en los límites del desierto de Sahara y de Fezzan, y en sus llanuras se presentan en diferentes puntos masas muy sólidas á flor de tierra. En Américа, California, Cuba, Santo Domingo, Perú, &c., los hay tambien; y se ha de juzgar por las numerosas fuentes conocidas, deben existir igualmente en la América septentrional hasta la bahia de Hudson.

En algunos sitios son masas inmensas, montañas enteras donde la sal se presenta algunas veces á descubierto, como en Okna en Moldavia, Tiflis en Persia, Mingranilla, Valtierra y Cardona en España, y se dice que estas masas se esplotan á cielo abierto como las canteras de píedras de construccion.

Las minas de salgema de Williczka, cerca de Cracovia en Polonia, son las mas célebres por su estension, y por la antigüedad de su esplotacion. Forman inmensos subterráneos, cuya bóveda está sostenida de trecho en trecho por enormes pilares que tienen la precaucion de dejar para impedir un hundimiento. Para separar la sal de la masa se emplean palancas, cuñas y aun pólvora. Esta mina tiene 260 metros de profundidad; hay en ella cerca de mil doscientos trabajadores y cuarenta caballos; asi beneficiada, suministra un gran número de quintales de sal, y sin embargo, tal es la abundancia de esta mina, que despues de seiscientos años que está abierta no parece agotarse. Una cosa muy notable es, que los caballos que trabajan en estos subterraneos pierden la vista poco despues de haber bajado á ella, á pesar de que no está nada húmeda y que mas bien hay polvo en las galerías que lodo; pero por lo demas no

esperimentan otra incomodidad hasta su muerte, que sobreviene á los seis ó siete años de servicio.

Tambien se encuentra cloruro de sodio sólido en las lavas de ciertos volcanes en actividad y en el cráter del Vesubio: no es raro, sobre todo durante las erupciones, ver formarse masas de sal marina, blancas y porosas.

Las fuentes de aguas saladas son igualmente muy numerosas y repartidas en casi todas las partes del globo. En Francia las mas célebres son las de Dieuce, y Chateau-Salins en la Lorena. En España las tenemos abundantes, particularmente en Castilla la Vieja, hácia Salas, donde se practican pozos para estraer el agua salada. En todas estas partes se obtienen por evaporacion.

Muchos lagos que no tienen comunicacion visible con el mar, contienen tambien sal en disolucion. Esta clase de lagos son sobre todo muy comunes en el norte de Europa y de Asia.

En fin, el agua del mar es el depósito comun de donde se estrae la mayor parte de la sal que se emplea en la economía doméstica y en las artes. Los procedimientos de estraccion de la sal de las aguas del mar varian segun la temperatura de los lugares. En los paises meridionales, se contentan con hacer llegar sobre superficies planas y bien lisas capas de agua de poco espesor, el calor del sol basta para su evaporacion, y la sal queda en ellas en forma de una costra ligera. Pero en los paises del norte, se ven precisados á poner las aguas saladas en grandes calderas para concentrarlas, y despues de esta operacion preliminar, se las somete á la cristalizacion.

Los usos de la sal comun son muy importantes y numerosos. Es un objeto de primera necesidad para el hombre, en todos los estados de civilizacion. Se puede decir que el uso de sazonar y conservar los alimentos con

sal, es casi general en todos los pueblos conocidos. Los animales herbívoros la buscan con avidez, y aun parece serles muy útil para su salud. Segun Beudant, la cantidad que se consume anualmente en Europa es de veinticinco á treinta millones de quintales.

La sal no es menos útil en las artes; sirve para la preparacion del ácido hidroclórico, del cloro, de la sosa y de la sal amoniacal artificiales, y para varios usos que seria largo detallar.

En medicina el cloruro de sodio se usa muy poco, sin embargo, es purgante y fundente á la dósis de una á dos dracmas disueltas en agua; la misma dósis usada en lavativa, la hace mas ó menos irritante. Tambien es uno de los ingredientes de las fumigaciones desinfectantes.

En pequeña cantidad, esta sal es muy favorable á la vegetacion; así se emplean con ventaja, como abono, las arcillas salíferas. Pero en cantidad considerable es muy perjudicial á la vida de los vegetales.

En fin, la sal sirve para formar un barniz sobre los vidriados comunes cocidos á mucho fuego; en este caso obra favoreciendo la vitrificacion de la superficie, y la sosa forma un vidrio con la sílice de estos vidriados.

4.ª El *nitro cúbico* (sosa nitratada) es una sustancia granular, que pesa 2,096, enteramente soluble en el agua, pero no delicuescente, de sabor fresco y amargo activa la combustion del carbon, y tratada por el ácido sulfúrico concentrado, da ácido nítrico que se conoce fácilmente por su olor; contiene 37 de sosa y 63 de ácido nítrico cuando es pura, pero se la encuentra casi siempre mezclada con otras sustancias y sobre todo con sulfato de sosa. El nitro cúbico forma cerca de la bahía de Iquique, en el Perú, una capa de mas de cuarenta leguas de largo, por mas de una vara de espesor. En Europa se importa mucho para la fabricacion del ácido nítrico.

5.ª Con el nombre de *borax* ó *atincar* (sosa boratada) se conoce una sustancia cristalizada en prismas hexaedros, pero las mas veces en fragmentos de cristales; blanca mate, suave al tacto, que pesa 1, 74, soluble en el agua, ligeramente eflorescente, y que enverdece el jarabe de violetas; si se añaden algunas gotas de ácido sulfúrico á la disolucion en caliente, deja depositar por el enfriamiento pajillas de ácido bórico. El borax se funde en su agua de cristalizacion por un ligero calor, y acaba por formar un vidrio sin color. El borax se compone de 37 de ácido bórico, 16 de sosa y 47 de agua.

Existe en abundancia disuelto en las aguas de varios lagos de la India, Persia, China, isla de Ceilan y Perú. El que viene de la India está en fragmentos de cristales cubiertos de una materia grasa morena que se opone en gran parte á su eflorescencia. El nombre de atincar dado á esta materia grasa, ha acabado por aplicarse á la sal misma. El borax que venia así de la India, tenia necesidad de ser refinado antes de emplearse en las artes. En el dia se le fabrica artificialmente con el ácido bórico hidratado ó sasolina y el subcarbonato de sosa. Es muy probable que en los lagos de la India se forme así por contener sus aguas ácido bórico y natron.

El borax sirve para la preparacion del ácido bórico, de fundente en los ensayos por la via seca, y para preservar á las soldaduras de oxidarse y facilitar su fundicion. Por eso le usan tanto los plateros.

6.ª El *natron* ó *álcali mineral* (sosa carbonatada) se presenta bajo la forma de eflorescencia ó de polvo aglomerado en masas mas ó menos voluminosas. Su sabor es fresco, urinoso, un poco cáustico; es muy soluble en el agua y puede entonces formar por evaporacion cristales octaédricos de base romboidal que se eflorescen con rapidez. La composicion del natron varía segun los parages

donde ha sido recogido. La del de Egipto es 31 de ácido carbónico, 44 de sosa, 14 de agua, 7 de sulfato de sosa seco, 3 de cloruro de sodio y 1 de materia terrosa.

El natron es muy abundante en ciertos paises. Forma eflorescencias blancas en la superficie del suelo en muchas llanuras bajas y húmedas, sobre todo en las inmediaciones del mar, en Egipto, Hungría, la India, &c. Tambien existe en disolucion en las aguas de ciertos lagos en cuyos bordes se deposita por la evaporacion del agua. Como estos lagos contienen tambien hidroclorato de sosa en disolucion, se encuentra muchas veces el natron en capas delgadas que alternan con capas de sal.

En todas las partes en que esta sal existe en gran abundancia, se la recoge con cuidado para las necesidades de las artes. Sirve principalmente para la fabricacion del jabon y del vidrio. Pero la mayor parte de la sosa del comercio proviene de la barrilla ó producto de la incineracion de ciertos vegetales ya descritos, ó de la descomposicion de la sal comun por la cal y el carbon por medio del calor.

Tambien hay una sustancía llamada *urao* ó *trona*, que es un carbonato de sosa con mayor proporcion de ácido carbónico que el natron. Es una sustancia salina cristalizada confusamente; existe igualmente sacaroidea, fibrosa ó compacta; es blanca, soluble y puede cristalizarse en prismas rectangulares oblicuos. Se encuentra en Lagunilla, en Colombia, en un terreno arcilloso; en Fezzan cerca del gran desierto, en Egipto, Persia y en la India. Sus usos son los mismos del natron.

7.ª La *nefelina*, llamada tambien *chorlo blanco* (sosa y alúmina siliciatadas), es un mineral ordinariamente cristalizado, pero que tambien puede ser laminar y compacto; su forma primitiva es el prisma hexaedro algunas veces truncado en sus aristas; de fractura concoidea, pesa 2,7, raya al

vidrio, su color es blanco agrisado, gris verdoso ó gris rojizo, trasluciente y de lustre vidrioso; al soplete se funde en un vidrio blanco ampolloso, soluble en jalea en los ácidos; y se compone de 21 de sosa, 34 de alúmina y 44 de ácido silícico. Esta especie se encuentra en las lavas del Vesubio.

8.ª La *lazulita*, *lapis lázuli*, *zeolita azul*, *ó azul ultramar* sosa y alúmina siliciatadas) se encuentra rara vez cristalizada, las mas veces está en masa laminar ó compacta. Su forma primitiva es un dodecaedro romboidal; la fractura granuda y mate; y raya al vidrio, pesa 2,8, tiene un hermoso color azul y adquiere electricidad negativa por el frotamiento cuando el pedazo está aislado; pierde su color en el polo positivo de la pila galvánica y por la accion del soplete convirtiéndose en un vidrio blanco; los ácidos destruyen tambien su color y la disuelven. Se compone de 23 de sosa, 35 de alúmina, 3 de azufre, 3 de carbonato de cal y 36 de ácido silícico. Como no es bastante dura no se hacen de ella joyas, pero se labra como piedra de ornamento, y se emplea en vasos y otros objetos de alto precio, cuando tiene hermoso color azul.

Este mineral es el que suministra el azul precioso llamado de *ultramar* que tanto se usa para la pintura. Para prepararle se quebranta la piedra y despues de haberla calentado mucho en un crisol varias veces, se arroja en agua y vinagre, se pulveriza en un almirez de bronce y se porfiriza, de lo que resulta una especie de pasta que se hace secar y se reduce segunda vez á un polvo impalpable; despues de algunas otras operaciones minuciosas se obtiene un hermoso polvo azul, que siendo mineral tiene la ventaja inmensa de no alterarse por el aire, al paso que todos los colores vegetales pierden su brillantez con el tiempo; así, se observa en los cuadros antiguos en que se ha hecho uso

del últramar, una falta de armonía entre este color y los demas, falta que no existia al salir de las manos del artista. Las cenizas azules son un ultramar mas comun.

Este mineral se encuentra en Persia, Siberia, Natolia China y Tibet en granitos, ó mezclado con arcilla.

9.ª La *mesotipa* ó *zeolita en agujas* (sosa y alúmina siliciatadas y agua) se encuentra cristalizada, fibrosa ó en mamelones; tiene por forma primitiva un prisma recto romboidal, muchas veces terminado por un apuntamiento de cuatro caras; la fractura es desigual y concoidea, raya á la cal carbonatada, pesa 2,3, no tiene color ó es blanquecina, rojiza y amarillenta; su refraccion es doble, se hace eléctrica por el calor, se hincha y funde en un vidrio ampolloso al soplete, los ácidos la disuelven en jalea, y se compone de 17 de sosa, 27 de alúmina, 49 de ácido silícico y 10 de agua. Se encuentra la mesotipa en los terrenos porfíricos en Suavia y Puy de Dóme; en los basaltos de Aubernia y en Fasia en el Tirol.

10. La *analcima*, llamada tambien *zeolita dura*, cuya composicion es casi la misma que la de la precedente especie, es un mineral cristalizado en figuras derivadas del sistema del cubo, ó en mamelones ó fibroso; los cristales son generalmente pequeños, su color blanco mate ó rojo de carne (*sarcolita*), el lustre vidrioso, bastante vivo en los cristales diáfanos; pues unos los son y otros traslucientes ú opacos; la fractura es ondeada en los cristales diáfanos, laminosa ó compacta, de grano fino en los cristales traslucientes ú opacos; al soplete se funde en un vidrio trasparente, lo que la distingue de la anfigena á que se parece; contiene 14 de sosa, 23 de alúmina, 55 de ácido silícico y 8 de agua. Es mas frecuente en los terrenos volcánicos que en ningun otro; se encuentra en las cavidades de las lavas de los volcanes en actividad.

11. El nombre de *feldspato albita* (sosa y alúmina siliciatadas) se ha dado á un mineral que está en cristales derivados de un prisma romboidal, á veces maclados; tambien se encuentra laminar, sacaroideo, fibroso y compacto; raya al vidrio, pesa 2,6 y es ordinariamente blanco, aunque hay variedades amarillentas y verdosas; el lustre es vidrioso. Se funde al soplete en un esmalte blanco, y nó se disuelve en los ácidos. Se compone de 10 de sosa, 19 de alúmina, 68 de ácido silícico y el resto en cal, óxido de hierro, &c. Entra en la composicion de algunas rocas como en la eufótida. Se halla en Ceilan, Suecia y Estados Unidos, en medio de algunas otras rocas como las pegmatitas, &c.

12. El *feldspato labrador ó labradorita* (sosa, alúmina y cal siliciatadas) tiene por forma primitiva un prisma oblicuo no simétrico; su peso específico es de 2,7. La labradorita tiene dos cruceros de láminas por los que puede hacerse la division, es poco fusible y se altera al cabo de algunos dias de digestion en el ácido nítrico; su color es poco variado y en general no muy intenso. Parece que contiene 4 de sosa, 26 de alúmina, 11 de cal, 56 de sílice óxido de hierro y agua.

13. El *jade* (sosa, potasa, &c. siliciatadas) está en masa compacta, de fractura concoidea ó escamosa; es muy tenaz, mas duro que el cuarzo, de 2,9 de peso, blanquecino ó verdoso, trasluciente en los bordes, de lustre graso y fundible al soplete.

Esta especie tiene dos variedades principales: la piedra *nefrítica ó iu* de los Chinos, (sosa, potasa, cal y sílice) trasluciente y de un lustre céreo, y la *sosurita* (sosa, cal, magnesia, hierro y sílice.

El jade se encuentra por lo comun reunido á la dialaga verde. Los chinos que le estiman mucho, le recogen en ciertos rios que atraviesan los montes Himalaya,

y reservan las grandes piezas para el tesoro del Emperador. Los dos cetros que hace algunos años regaló al rey de Inglaterra, eran de jade. Con él se hacen igualmente ciertos instrumentos de música llamados Kings. Por mucho tiempo se ha considerado esta piedra como uno de los mejores remedios para precaver y aun curar muchas enfermedades. El nombre que la han dado de piedra de hacha indica que en la Oceania y la China se sirven de ella para fabricar estos y otros instrumentos. El jade se encuentra tambien en el rio de las Amazonas, y segun Hergen le hay muy hermoso en nuestro Escorial.

§ III. El oxido de POTASIO *(potasium)* ó *potasa* es un álcali mucho menos abundante que la cal, pero que no deja de ser muy útil en las artes. Es blanca cuando está pura como la cal, y se diferencia de esta por su mayor solubilidad en el agua, y de la sosa por los caractéres que indicamos al hablar de ella. En el estado de pureza la potasa es uno de los reactivos químicos mas usados; entra en la composicion del jabon negro, y la medicina la emplea con el nombre de piedra de cauterio para abrir fuentes. La potasa forma la base de un gran número de sales que esponemos en seguida, sin contar el *alumbre*, la *alunita*, *andalucita* y otras ya descritas en que entra tambien como parte esencial.

1.ª El *nitro* ó *salitre* (potasa nitratada) se encuentra en eflorescencias superficiales, es inalterable al aire, soluble en el agua, de un sabor fresco y como urinoso, no delincuescente, de 1,93 de peso, color blanco de nieve y susceptible de cristalizar en prismas romboidales acanalados ó estriados en sus planos, ó en tablas rectangulares; sobre las ascuas deflagra y activa la combustion y por el ácido sulfúrico se desprende ácido nítrico. Se compone de 54 de ácido nítrico y 46 de potasa.

El salitre se forma en todas las habitaciones hume-

das, en los lugares bajos espuestos á la accion de las materias orgánicas en descomposicion; entonces está mezclado con gran cantidad de cal, de sosa y de magnesia nitratadas, y se presenta bajo la forma de eflorescencias en la superficie de las paredes viejas. Se le halla igualmente lejos de las habitaciones en grutas calizas ó feldspáticas, ó en fin, en los terrenos arenosos y calizos. En España se recoge en abundancia en Asturias, Mancha y Murcia. En algunas partes se provoca su formacion. El nitro sirve para la preparacion de la pólvora, del ácido nítrico, del sulfúrico, &c. En medicina es un escelente diurético, pero para estos usos, ó se prepara con la sosa nitratada ó se purifica por cristalizaciones sucesivas.

2.ª La *anfigena*, *granate blanco* ó *granate* del *Vesuvio* (alúmina y potasa siliciatadas) no se encuentra mas que cristalizado en dodecaedros romboidales ó trapezoedros; tiene la fractura imperfectamente concoidea, raya al vidrio aunque difícilmente, pesa 2,47, es opaca, trasluciente, rara vez diáfana, de color blanco algunas veces agrisado ó amarillento; no se funde al soplete, pero los ácidos disuelven su polvo por digestion. Se compone de 23 de alúmina, 21 de potasa y 56 de ácido silícico. Se encuentra en los terrenos volcánicos antiguos y modernos, en el Vesubio en rocas arrojadas intactas, en las lavas y en las tobas volcánicas de las orillas del Rhin ó en las lavas antiguas de los alrededores de Roma.

3.ª Se distingue con los nombres de *Haüyna* ó *safirina* (potasa alúmina y cal siliciatadas) un mineral que se encuentra cristalizado, granuliforme y en masa; los cristales tienen la forma de dodecaedros romboidales; la fractura es desigual y un poco lustrosa; muy fragil aunque raya el vidrio, pesa de 2,3 á 3,3, es trasluciente, de lustre vidrioso, de color azul ó azul verdoso, y adquiere la electricidad negativa por frotamiento; al soplete se funde en

un vidrio blanco despues de haber perdido su color; se compone de 16 de potasa, 19 de alúmina, 12 de cal, 1 de óxido de hierro, 36 de ácido silícico y 12 de sulfúrico. En algunas variedades la sosa reemplaza á la potasa. Se encuentra en el Latio, en Mont-d' Or en las lavas, traquitas y basaltos, y en las piedras arrojadas por el Vesubio. Por algun tiempo se la ha tenido por un záfiro.

4.ª El *feldspato ortosia*, *espato fundible* y *adularia* (potasa y álúmina siliciatadas) es un mineral que se encuentra cristalino, compacto y térreo. Su forma primitiva es un prisma romboidal pero con frecuencia se encuentra el prisma hexagonal. Ordinariamente dos de las caras son mas pequeñas que las demas, algunas veces cuatro, entonces el cristal es aplastado. Los cristales estan muchas veces terminados por biseles y modificados en sus ángulos sólidos y aristas; muchas veces tambien son hemitropos con ángulos entrantes muy marcados. Los cristales pueden igulamente estar aislados, agrupados ó embutidos en las rocas. La fractura es laminosa, á veces un poco concoidea ó astillosa; en los cristales que se encuentran en el granito verde antiguo, no es nada laminosa. El lustre es algunas veces vivo al interior, sin embargo, hay planos que tienen muy poco ó nada; es un poco anacarado. Las variedades diáfanas sin color se llaman *adularias*; las de blanco agrisado ó blanco lechoso con un reflejo, *piedra de luna*; las opalinas, azuladas, rojizas y verdes *piedra de las amazonas*, y á las que son aventurinadas por pajillas de color amarillo de oro ó rojo de cobre muy brillantes, se les da el nombre de *piedra* de *sol*. Tambien hay otra especie aventurinada de color verde empañado con puntos argentinos.

Las variedades solamente traslucientes ú opacas estan muchas veces empastadas, y sus colores son rojo azul claro y azul negruzco. Por lo demas todas estas varieda-

des rayan el vidrio y pesan de 2,4 á 2,6. Al soplete se funde al feldspato en un esmalte un poco agrisado, cuando no es térreo; la variedad térrea es el *caolin*, sustancia blanca, agrisada y amarillenta, siempre insoluble en los ácidos. (véase *arcillas.*) La composicion del feldspato ortosia varía mucho, pero la que se designa como media es, 14 de potasa, 18 de alúmina, 65 de ácido silícico y vestigios de cal, óxido de hierro, &c.

El feldspato forma parte de las mas de las rocas primitivas, como granitos, gneis, pórfidos, &c., de los filones que atraviesan estas rocas, ó de los terrenos volcánicos donde se encuentra en masas. Los mas bellos cristales se hallan en San Gotardo. El comun se halla en muchos parages, y en España en San Lorenzo, San Ildefonso, Buitrago, Molar y Toledo, las variedades adularias existen tambien en Toledo. Las de hermoso color se emplean para hacer cajas, vasos y aun para joyas.

5.ª El *feldspato compacto ó petrosilex*, es una sustancia, que algunos consideran como una variedad de la ortosia y que se encuentra en masas compactas, fácil de romper, de fractura pizarrosa y reluciente, raya al vidrio, pesa 2,5 muy sonoro por la percusion, de color gris verdoso, fundible al soplete en un vidrio agrisado; insoluble en los ácidos y compuesto de ácido silícico, alúmina, sosa y cal en proporciones variables.

6.ª La *mica* (potasa, alúmina, magnesia y hierro siliciatados) se halla siempre cristalina, pero su forma primitiva no está bien determinada; sin embargo parece derivarse tan pronto de un prisma recto de base romboidal como de un romboedro; pero realmente no se encuentra mas que el prisma hexagonal. Casi siempre está en pequeñas masas hojosas de una division mecánica, bastante fácil; es gris, negruzca, pardo rojiza, de color blanco de plata, blanco verdoso ó amarillo de oro; su lustre es semimetálico, muy

vivo en los planos de los cristales por donde se ha verificado la division mecánica; cuando se rompe da algunas pajillas que se pegan á los dedos; es flexible, elástica, de 2,6 á 2,9 de peso, tierna y facil de rayar; al soplete se convierte en un esmalte gris ó verdoso; las variedades negras dan un esmalte negro que obra sobre la barra imanada. Se distinguen tres variedades cuya composicion es diversa: la *aluminosa* de lustre vidrioso é inatacable por el ácido sulfúrico; la *magnesiana* de lustre untuoso, atacable por el ácido sulfúrico hirviendo; y la *lepidolita* de testura granuda y en escamas brillantes. Esta sustancia entra como constituyente de muchas rocas, tales son, el gneis, granito, &c, y se encuentra en casi todos los terrenos y paises. Las hojas delgadas son á veces bastante trasparentes. En Rusia donde se encuentran algunas de estas, se sirven en lugar de vidrios para hacer linternas, vidrieras de las casas y sobre todo para las claraboyas de los buques de guerra, porque las esplosiones de la artillería no las rompen como á los vidrios. La mica reducída á polvo constituye los polvos de salvadera: la *plateada*, los polvos de plata; la *dorada*, los polvos de oro; y la *negra* el polvo de luto. Se encuentra con abundancia en las cordilleras de nuestra Península, por ejemplo en San Agustin, Horcajuelo, Toledo, San Lorenzo, San Ildefonso, &c.

Apéndice que contiene las sales naturales de amoníaco.

Las sales que comprende el género AMONIACO (*amoniacum*) las colocamos aqui á causa de las relaciones químicas que las unen con las de potasa y sosa. El amoniaco es una combinacion del hidrógeno con el azoe, gaseoso, de olor fuerte picante y urinoso, que se disuelve en el agua, tiene todas las propiedades de los álcalis y entre ellas la

de formar sales con los ácidos. Las sales de amoniaco se conocen en que por la adicion de la potasa, sosa ó cal desprenden un olor fuerte de álcali volátil; todas son solubles en el agua, y sus disoluciones no precipitan por los demas álcalis ó sus carbonatos. Este género no tiene mas que tres especies naturales.

La primera es el *amoniaco sulfatado* ó *mascagnina*. Esta sustancia, que cristaliza en prismas romboidales, es blanca, amarga, muy picante, soluble en dos veces su peso de agua fria; su disolucion tiene los caractéres de las sales amoniacales. Su composicion es de 53 de ácido sulfúrico, 23 de amoniaco y 24 de agua. Esta sustancia se encuentra en eflorescencia sobre las lavas recientes del Etna y Vesubio, sobre lavas descompuestas ó en minas de carbon de piedra abrasadas. Tambien se la ha señalado en la superficie arenosa de los alrededores de Turin, y en disolucion en las aguas, en Toscana.

La *sal de amoniaco*, *hidroclorato de amoniaco* ó *amoniaco múriatado*, es sólida y cristaliza en el sistema cúbico; su forma dominante es el octaedro; es ligeramente flexible cuando está en un fragmento largo, blanca y de sabor picante; se disuelve en seis veces su peso de agua fria, y puesta sobre las ascuas se volatiliza completamente. Se compone de 68 de ácido hidroclórico y 32 de amoniaco.

Las principales variedades de forma son la cristalizada en su forma primitiva, en concrecion, plumosa y estriada.

La sal amoniaco se halla en la naturaleza en las minas de carbon de piedra abrasadas, y particularmente en los volcanes, en la superficie de las lavas, en masas mas ó menos considerables. Asi no es raro encontrarla en el Vesubio y en el Etna. En una especie de solfataras

del Ásia central forma depósitos tan considerables, que puede esplotarse con ventaja; pero casi toda la sal de amoniaco que se emplea proviene de la descomposicion por el fuego de las materias animales, que producen así carbonato de amoniaco, el cual se convierte en seguida en sulfato por medio del yeso, y despues en hidroclorato, calentando el sulfato con sal marina. La sal amoniaco se usa en las artes para limpiar bien los metales que se quieren estañar y para preparar el amoniaco líquido. En medicina se emplea como estimulante y resolutiva, y entra en algunas preparaciones farmacéuticas.

Por último, el *alumbre amoniacal* ó *ammonalum*, es una sal que cristaliza igualmente en el sistema cúbico, blanca, de sabor acerbo, soluble, que da agua por la calcinacion, y cuando esta se continúa deja un residuo de alúmina pura. Esta disolucion desprende un olor amoniacal por la adicion de un álcali caústico y precipita en jalea por el antimonio. La análisis ha dado como sus componentes, 37 de sulfato de alúmina, 18 de sulfato de amoniaco y 45 de agua.

Esta especie no se ha encontrado sino en pequeñas masas fibrosas en los depósitos de lignita en Tschermig en Bohemia. Sus usos son los mismos que el alumbre de base de potasa.

TERCERA CLASE.

METALES AUTÓPSIDOS.

Los metales autópsidos ó metales propiamente dichos, son unos cuerpos sólidos á la temperatura ordinaria de la atmósfera (escepto el mercurio que es líquido), casi completamente opacos, de una densidad en general considerable, muy ductiles, dotados de grande lustre metálico, susceptibles de un hermoso pulimento que aumenta todavía este brillo, muy buenos conductores del calor y de la electricidad, por lo comun con un color que les es propio, y pudiendo combinarse con el oxígeno para formar óxidos ú ácidos con los diferentes cuerpos simples, ó en fin, aligaciones entre sí.

Los metales autópsidos pueden encontrarse en la naturaleza: 1.º en el estado nativo, es decir, puros y aislados de toda combinacion; 2.º en el estado de óxido sulfuro, cloruro, fosfuro, &c; 3,º en el de sales.

De estos metales unos son electro-negativos y otros electro-positivos.

En esta clase se comprenden dos órdenes; los metales autópsidos electro-negativos y los electro-positivos.

PRIMER ÓRDEN.

METALES ELECTRO-NEGATIVOS.

Estos metales son los que en las combinaciones con otros cuerpos simples pueden desempeñar el papel de agentes mineralizadores, es decir obrar á la manera de los ácidos, y que en los compuestos de que forman par-

te, sometidos á la accion descomponente de la pila voltaica, van al polo positivo.

Este órden contiene los géneros *arsénico*, *cromo*, *molibdeno*, *tungsteno*, *antimonio*, *telurio*, *titanio* y *tántalo*.

§. I. El ARSÉNICO (*arsenicum*) ha sido conocido de los antiguos y Aristóteles habla de él. Pero Schroeder es el primero que en 1649 dió á conocer con detencion y exactitud las propiedades del arsénico metálico. Este metal se encuentra en la naturaleza: 1.º en estado nativo, ya aislado, ó mezclado con el plomo ó el antimonio; 2.º en el de óxido blanco ó ácido arsenioso; 3.º en el de ácido arsénico combinado con diferentes bases y formando la cal, el cobalto, niquel, plomo, cobre y hierro arseniatados; y 4.º en el de sulfuro rojo (rejalgar) ó amarillo (oropimente). Todas estas diversas combinaciones forman otras tantas distintas especies.

1.ª El *arsénico nativo*, en una fractura reciente, tiene un color gris de plomo y muchas veces como argentino, pero espuesto al aire toma un gris casi negro; su testura es granuda ó laminosa, mas rara vez bacilar; de un aspecto como afelpado; bastante frágil y sin ductilidad; pesa de 5,72 á 5,76. El del comercio que parece menos compacto, pesa por el contrario 8,3 segun Bergmann. Se volatiliza completamente cuando se le pone sobre las ascuas y esparce al aire un humo blanco y un olor á ajo característico. Este humo se condensa en un polvo que es el óxido blanco de arsénico ó ácido arsenioso. Privado del contacto del aire, el arsénico arde con una llama azul, y se volatiliza sin fundirse. Para fundirle es preciso aumentar la presion atmosférica, y entonces puede cristalizar, por enfriamiento, en tetraedros.

El arsénico se encuentra en masas mas ó menos voluminosas, granudas ó escamosas, algunas veces bacilares; en el se distinguen las variedades siguientes: *laminar testáceo, bacilar, acicular, radiado, globuliforme* y *macizo.* Por lo demas, el arsénico se halla en los filones metalíferos de los terrenos primitivos, mezclado con sulfuros de plata ó de plomo, ó con el cobalto, niquel, &c. Raras veces se encuentra puro; las mas contiene un poco de hierro del que es muy dificil separarle. En España parece que existe arsénico nativo en Guadalcanal.

El arsénico es un metal mas dañoso que útil, porque en las minas donde existe perjudica á la esplotacion de las demas materias metálicas; sin embargo, tiene algunos usos. Combinado con la platina y el cobre forma una aligacion empleada en la construccion de los espejos telescópicos; entra en algunas otras que sirven para hacer varios utensilios, que no deben contener alimentos ni bebidas. Reducido á polvo y puesto con agua, se emplea para matar moscas.

2.ª El *arsénico blanco, óxido blanco de arsénico ó ácido arsenioso* (arsénico óxidado), se encuentra cristalizado ya en octaedros ó en tablas cuadrangulares, ya en agujas, trasparente, ó pulverulento y mate. Es frágil, pesa 3,7 y tiene color blanco; es ligeramente soluble en el agua y de un sabor acre metálico y corrosivo. Echado sobre las ascuas se descompone, se reduce al estado de arsénico metálico que se volatiliza, esparce un olor aliaceo y acaba, absorviendo el óxigeno del aire, por pasar en parte al estado de ácido arsenioso. Por sí mismo no tiene olor, porque si se volatiliza sobre una plancha de metal es inodoro. Privado del contacto del aire y colocado en tubo cerrado, el calor le volatiliza sin fundirle. Disuelto en el agua, el ácido hidrosulfúrico, colora el líquido en amarillo, y al ca-

bo de unos instantes se forma un precipitado amarillo de sulfuro de arsénico soluble en el amoniaco. El precipitado se forma en seguida, si se calienta ó se añaden algunas gotas de ácido hidroclórico. La misma disolucion precipita en verde de manzana por una sal de cobre; si se añade un poco de potasa cáustica, el precipitado es de arsenito de cobre ó verde de Scheell. El ácido arsenioso se compone de 76 de arsénico y 24 de oxígeno. Esta materia bastante rara se encuentra generalmente en eflorescencia en las minas de arsénico de Sajonia, los Pirineos, &c.

El ácido arsenioso es uno de los venenos mas violentos. Sirve para acelerar la vitrificacion en la fabricacion del vidrio, para la preparacion del verde de Scheel y del verde de Sweinfurt, mezcla de arsenito y acetato de cobre. Estos dos colores se usan mucho sobre todo en las fábricas de papeles pintados. Con el ácido arsénico se preparan tambien otras composiciones arsenicales, como el oropimente y el jabon arsenical, que los naturalistas emplean para conservar y preservar de los insectos la piel de los animales empajados. El mismo ácido forma parte de la pasta arsenical de fray Cosme y de la de Rousselot que se aplican sobre las úlceras carcinomatosas superficiales. Interiormente, se ha administrado en algunas enfermedades cutáneas y contra las mordeduras de los animales venenosos. Como este ácido es bastante raro en la naturaleza, siempre se usa el preparado artificialmente tostando las minas de cobalto arsenical.

3.ª El *rejalgar*, *sulfuro rojo* ó *proto-sulfuro* de *arsénico* (arsénico sulfurado rojo), se encuentra cristalizado en prismas oblicuos romboidales, bacilar, laminoso ó compacto; es bastante tierno y frágil, de fractura concoidea ó granuda segun su testura, pesa 3, 6, insoluble, sin sabor, trasparente y de color rojo naran-

jado. Tratado por el soplete, arde con una llama azulada que á la vez esparce un olor á azufre y ajo y pertenece á los dos cuerpos de que se compone. En un tubo cerrado se funde y volatiliza. Quemado al aire libre se descompone y se forma ácido sulfuroso, arsénico metálico y óxido blanco de arsénico. Se compone de 69 de arsénico y 31 de azufre.

El rejalgar se encuentra en las inmediaciones de los volcanes, por lo cual se le designa con el nombre de *azufre rojo* de los *volcanes*. Algunas veces se halla en los criaderos de los metales asociado al plomo, al cobalto y á la plata, en Hungría, Bohemia y Transilvania. Se usa en la pintura y es muy venenoso, sobre todo el rejalgar artificial que ordinariamente contiene ácido arsenioso. Los Chinos hacen con el rejalgar vasos en los que el agua adquiere la propiedad purgante cuando ha estado en ellos algunos instantes.

4.ª El *oropimente, sulfuro amarillo* ó *deuto sulfuro de ársenico* (arsénico sulfurado amarillo), cristaliza algunas veces en prismas romboidales oblicuos, pero se encuentra en láminas bastante grandes, en laminitas entrecruzadas ó compacto; su fractura es laminosa muy brillante; bastante tierno para ser rayado con la uña; su color es un hermoso amarillo dorado. Sus propiedades químicas son iguales á las del proto-sulfuro. Contiene 62 partes de arsénico por 38 de azufre. Se encuentra en las mismas localidades que la especie precedente, y se usa igualmente en la pintura. Para este fin los pintores se sirven del que viene de la China y de Persia. El que se prepara artificialmente calentando juntos el ácido arsenioso y el azufre no le emplean los pintores, pero es útil para disolver el añil en las fábricas de telas pintadas. Aunque venenoso, forma parte tambien de algunos medicamentos, del colirio de Lanfranc y del bálsamo verde.

§. II. El CROMO (*chromum*) es un metal descubierto en 1797 en el plomo rojo de Siberia, y que no se encuentra sino muy rara vez en la naturaleza. Laugier ha reconocido su existencia en las aerolitas y en el hierro nativo meteórico. Casi siempre se encuentra en el estado de óxido ó en el de ácido crómico formando el plomo rojo ó cromato de plomo, el hiero cromado, &c.

El cromo aislado de su óxido por medio del carbon, tiene mucha analogía con el manganeso; está en masa esponjosa bastante dura para rayar el vidrio, susceptible de un buen pulimento, de color blanco empañado de 5,9, de densidad y muy dificil de fundir. El aire á la temperatura ordinaria no ejerce accion alguna sobre él; por el calor se convierteen protóxido verde; los ácidos mas concentrados tampoco tienen accion sobre él, al paso que calentado con los nitratos ó los carbonatos alcalinos absorve el oxígeno, pasa al estado de ácido crómico y se combina con las bases.

Los minerales de cromo se reconocen fácilmente al soplete, por la propiedad que tiene su óxido de dar un vidrio de hermoso color verde. Este género solo tiene dos especies.

1.ª El *óxido* de *cromo* (cromo oxidado) es una sustancia térrea verde, inalterable al aire, insoluble en los ácidos, infundible al soplete sin adicion, pero dando con el borax un vidrio de color verde de esmeralda, muy persistente. Se compone de 30 de oxígeno y 70 de cromo. El cromo oxidado se encuentra en rocas cuarzosas muchas veces mezclado con materias silíceas en la montaña de Ecouchets en Francia, y en rocas feldspáticas como en Elfadlen en la Dalecarlia. El cromo da color á algunas piedras, como á la esmeralda del Perú, á la diálaga y serpentinas.

El óxido sirve principalmente para dar al vidrio y

lozas el color verde y para pintar sobre porcelana. Pero como el que existe en la naturaleza no es bastante abundante, se le prepara para las necesidades de las artes descomponiendo el cromato de hierro natural, que es bastante comun en América y en otras localidades.

La 2.ª especie parece que se halla en Siberia en el gobierno de Pern, y que es un silicato de cromo hidratado llamado tambien *Volconskoita*: está en pequeñas vetas ó nidos compactos; de fractura concoidea; es tierna, suave al tacto, adquiere pulimento por el frotamiento de los dedos y tiene color verde de yerba; calentada en un tubo, da agua y toma un color mas subido, y pardo si la temperatura se eleva hasta el rojo. Al soplete con el borax se obtiene un vidrio verde. Su composicion es de 34 de óxido de cromo, 7 de óxido de hierro, 7 de magnesia, 27 de ácido silícico y 23 de agua.

§. III. El MOLIBDENO (*molybdenum*) que es tambien uno de los metales conocidos solo en los tiempos modernos, es decir, desde 1778, existe en la naturaleza: 1.º en el estado de óxido blanco, en eflorescencia en ciertas minas de su sulfuro; 2.º en el de sulfuro; 3.º en el de ácido molíbdico combinado con el plomo.

El molibdeno no puede obtenerse en el estado compacto, y está ordinariamente en masa porosa ó en glóbulos que presentan indicios de cristalizacion. Tiene un color agrisado, es susceptible de adquirir un buen pulimento por el frotamiento, y pesa 8, 6. El aire casi no ejerce sobre él accion alguna á la temperatura ordinaria; pero á un calor un poco intenso se convierte sucesivamente en óxido pardo, despues en ácido molibdoso azul, en fin, en ácido molíbdico. El ácido sulfúrico concentrado le convierte en óxido ó en ácido molibdoso; al paso que el acido nítrico le cambia en ácido molíbdico. Los álcalis, por el fuego, ejercen la misma accion.

El *molibdeno oxidado ó ácido molíbdico*, se encuentra en la superficie del sulfurado, bajo la forma de un barniz blanco ó amarillento que resulta de su descomposicion espontánea. Su composicion es de 67 de molibdeno y 33 de oxígeno. Calentado al soplete sin adicion se funde y da un humo blanco; con el fosfato de sosa y amoniaco se obtiene un vidrio verde.

El *molibdeno sulfurado* se presenta con la estructura laminosa, rara vez compacta y mas raramente aun se encuentra cristalizado en prismas hexágonos; es de 4,6 á 4,7 de peso específico flexible, untuoso, suave al tacto, que tizna el papel como la plombagina; su color es gris de plomo brillante. No se funde al soplete, esparce un olor á ácido sulfuroso y deja sobre el carbon un residuo blanco de ácido molíbdico. El ácido nítrico le trasforma en un polvo blanco (ácido molíbdico), que se pone azul por una hoja de zinc que le convierte en ácido molibdoso azul. Se compone de 40 de azufre y de 60 de molibdeno.

Este mineral está en masas ó filones en los terrenos primitivos, en el Delfinado, Pirineos, Sajonia, Inglaterra y Bohemia. Los usos de este sulfuro estan reducidos á servir para la estraccion del molibdeno metálico y del ácido molíbdico que se emplean en los laboratorios de química.

§. IV. El TUNSTENO *ó escheelio* (*scheelium*) es un metal que con el oxígeno, forma un ácido descubierto por Scheel en un mineral de tungstato de cal, y poco tiempo despues por otros en el volfram. Este metal que no se conoce en la naturaleza sino en el estado de ácido combinado con la cal, el hierro ó el manganeso, es esponjoso y granudo, estremamente pesado (17,6), de un color gris bastante empañado, pero que se pone brillante por el frotamiento asemejándose entonces al molibdeno, pero mas duro que este último. Es casi infundible, absorve el

oxígeno del aire en caliente, y pasa sucesivamente al estado de óxido y despues al de ácido. Los ácidos sulfúrico é hidroclórico concentrados no tienen accion sobre él, pero el agua regia y el ácido nítrico le trasforman en ácido túngstico. Se le obtiene descomponiendo el ácido túngstico en un crisol bien brascado, ó mejor todavía reduciéndole por el hidrógeno seco, con el ausilio de un vivo calor.

La principal especie de este género es el *volfram* (hierro y manganeso tungstatados), de color pardo mas ó menos subido, con lustre metaloideo, ya en masas, ya cristalizado y opaco; su polvo es pardo rojizo. Cristalizado en un prisma rectangular oblicuo, da fácilmente la forma primitiva. Su densidad es de 7, á 7,3. Se funde dificilmente al soplete sin adicion; colora el borax de amarillo, por el óxido de hierro que contiene, y al fosfato de sosa y amoniaco de rojo oscuro al fuego de reduccion. Su composicion parece ser: de ácido túngstico 70, de protóxido de hierro 18, de protóxido de manganeso 6, de sílice 1. Se halla en los terrenos primitivos y especialmente en los gneis y pegmatitas, en los alrededores de Limoges, en Inglaterra, Escocia, Suecia, y en España, en Hinojosa de Estremadura.

El ácido túngstico existe ademas combinado con la cal en la *escheelita* ó *volfram blanco*, sustancia blanca ligeramente amarillenta, de estructura vidriosa, lustre graso, cristalizada en octaedro de base cuadrada, de 7,6 de densidad, fundible al soplete aunque con dificultad en un vidrio sin color, soluble en el ácido nítrico, que deposita el ácido tungstico en un precipitado blanco, y compuesta de 81 de este por 19 de cal. Este ácido unido al plomo, forma un *tungstato de plomo*. Pero esta especie que se encuentra en las minas de estaño de Zinwall en Bohemia es escesivamente rara.

El tungsteno en el estado metálico no tiene usos, pero de sus minerales se saca el ácido túngstico para los laboratorios de química.

§. V. El ANTIMONIO (*stibium*) es un metal que se encuentra en la naturaleza bajo los estados siguientes: 1.° nativo; 2.° oxidado; 3.° sulfurado; 4.° oxidado sulfurado.

Los antiguos tenian conocimiento de algunos de los minerales de que hace parte el antimonio. Así Plinio llama *Stibium*, al antimonio que se encuentra unido á las minas de plata, y este nombre ha quedado en la nomenclatura latina para el antimonio propiamente dicho. Únicamente á mediados del siglo quince se dió á conocer el antimonio metálico.

1.ª *Antimonio nativo.* Este metal se encuentra en pequeñas masas hojosas y laminosas, de color blanco de plata, un poco empañado ó amarillento cuando ha estado largo tiempo espuesto al aire. Por la division mecánica da facilmente el octaedro. El golpe del martillo le quebranta en lugar de aplastarle; es muy frágil y fácil de pulverizar: su fractura es laminosa muy brillante; pesa 6,7. Se funde por el calor y se volatiliza en un humo blanco sin olor á ajo, caracter esencial que le distingue del arsénico, con el que tiene muchas relaciones; cuando está fundido se forma en su superficie, por el enfriamiento, una especie de estrella que se asemeja á una hoja de helecho. El ácido nítrico le disuelve con desprendimiento de gas nitroso y formacion de un precipitado blanco de óxido de antimonio ó ácido antimonioso, insoluble en el agua, caracter que igualmente le distingue del arsénico cuyo óxido tambien blanco es soluble. Es raro que el antimonio se encuentre bien puro en la naturaleza, casi siempre está mezclado con el arsénico; entonces tiene un color gris de acero y da por el fuego olor aliaceo. Este mineral acompaña á las

especies arseníferas en Chalanches en el Delfinado, en Andreasberga, Bohemia, &c.

2.ª El *antimonio blanco ó protóxido de antimonio*, (antimonio oxidado blanco) se halla en masas blancas mas ó menos trasparentes, en tablas de cuatro planos rectangulares, y tambien acicular en fibras divergentes, estrelladas, muy tiernas y sin brillo; su fractura es laminosa, y pesa 3,5. Es escesivamente fundible, pues lo efectua á la llama de una bugía, reduciéndose en su totalidad á un humo blanco, sin olor de ajo. Se le reduce muy fácilmente sobre el carbon á un glóbulo metálico. Se compone de 16 de óxigeno y de 84 de antimonio. Esta materia es bastante rara; se la encuentra en los depósitos de plata arsenífera en Chalanches en el Delfinado, Bohemia, &c.

El óxido de antimonio existe tambien hidratado en la naturaleza bajo la forma de barnices térreos y se conoce con el nombre de *estibiconisa.*

3. El *antimonio gris ó antimonio sulfurado*, es el mineral de antimonio mas comun. Cristaliza con grande facilidad, y las mas veces bajo la forma de prismas romboidales ó de agujas á veces radiadas que son prismas de cuatro lados; algunas veces está en masas laminosas ó presenta la estructura bacilar ó compacta; su color es gris de plomo ó acero bastante brillante, con lustre metálico sobre todo en las fracturas recientes, así es que tizna el papel de negro; frágil y fácil de reducir á un polvo negro que mancha ó tizna mucho; su peso específico varia de 4,3 á 4,6. Por lo demas se funde con la misma facilidad que el antimonio metálico; se volatiza y da olor á azufre quemado, y vapores blancos de óxido de antimonio. El ácido nítrico obra sobre él como con el antimonio metálico. El ácido hidroclórico le disuelve completamente con desprendimiento de gas hidrosulfúrico. Se com-

pone de 27 de azufre y 73 de antimonio.

Esta sustancia es muy comun en una multitud de localidades donde constituye filones en los terrenos primitivos, en Hungria, Transilvania, Francia y América. En España existe la variedad radiada en Hinojosa y Valencia de Alcántara de Estremadura, en Galicia, Mancha, Lugo, &c. Esta especie es la que se esplota para estraer el antimonio metálico.

Ademas de este sulfuro existen otros que contienen otros metales, tales son el *antimoniquel*, la *zinquenita*, la *burnonita y* la *bertierita*, ó antimonio sulfurado con niquel, plomo, plomo y cobre, ó hierro.

4.ª El *antimonio rojo*, *kermes natural* ú *oxi-sulfuro de antimonio* (antimonio sulfurado oxidado), se halla en la superficie del antimonio sulfurado, ó en mamelones y en agujas radiadas; es muy tierno y casi deleznable, de un peso específico de 4,6, de color rojo pardusco mas ó menos subido esteriormente, de un lustre sedoso y como aterciopelado, y color rojo bastante vivo interiormente. Se funde fácilmente al soplete dando vapores de antimonio y un débil olor de azufre quemado. Se compone de 30 de óxido y 70 de sulfuro de antimonio.

Para estraer el antimonio se trata por lo comun el sulfuro por el calor en unas vasijas de barro, puestas en hornos de reberbero. El sulfuro de antimonio que es muy fundible se derrite y corre; la ganga que le acompaña, no esperimenta fusion. Este sulfuro así separado toma el nombre de *antimonio crudo*; para estraer el antimonio metálico puro, se le tuesta á un fuego muy suave al principio de la operacion para no fundir el sulfuro y trasformarle en ácido sulfuroso, que se desprende, y en óxido de antimonio que queda. Cuando la torrefaccion se ha acabado, se mezcla el óxido con un sesto de carbon molido, muy humedecido con una di-

solucion de carbonato de sosa; el carbon reduce el óxido, la sosa el sulfuro que no se habia tostado, y se obtiene antimonio metálico en los crisoles. Luego se le funde de nuevo mezclándole con una parte de antimonio crudo y escorias.

El antimonio forma parte de muchos medicamentos importantes, como el emético, el kermes mineral, el azufre dorado de antimonio, la manteca de antimonio &c. Uniéndose con los demas metales constituye diversas aligaciones de las cuales algunas son muy usadas en las artes. En efecto, la aligacion de antimonio y de plomo sirve para la fabricacion de los caractéres de imprenta; la de antimonio y estaño se emplea para la preparacion de láminas en las que se graba la música; en Francia á esta última aligacion la designan algunas veces con el nombre de metal de Argel, con la que hacen cucharas, campanillas, &c.

§. VI. El metal llamado por Klaproth TELURIO, es el mismo que Werner llamaba *silvano* (*sylvanum*). Tiene mucha analogía con el arsénico, y se le encuentra nativo en la naturaleza, y con mas frecuencia aligado con el plomo, oro, plata, &c. formando varias especies.

1.ª *Telurio nativo.* Es un metal bastante tierno y frágil, de color gris de acero ó blanco azulado, ordinariamente laminoso y cuyo peso específico varía entre 5,7 y 6,5. Algunas veces cristaliza en pequeñas láminas polígonas ó en cristalitos prismáticos. Se funde muy facilmente al soplete y es casi enteramente volatil, en un óxido blanco sin olor sensible, colorando la llama de verde. No se conoce el telurio nativo sino en Fazbay en Transilvania en un terreno de transicion donde forma pequeñas vetas, y acaso en Huttington en el Conneticut en los Estados Unidos; pero aun en estas localidades no

está enteramente puro, pues parece que contiene 7 por 100 de hierro y vestigios de oro.

El telurio ha sido descubierto en 1782 por Muller en los minerales conocidos hacia ya tiempo con los nombres de *oro blanco*, *oro paradoxal* ó *problemático* en que existe unido al oro y al plomo. A veces está tambien unido con la plata como se ve en las especies siguientes.

2.ª El *telurio auro-plombífero*, es de color gris de plomo, igualmente laminoso, y da olor de azufre cuando se le calienta. Se compone de 32 de telurio, 54 de plomo, 9 de oro, 1 de plata, 1 de cobre y 3 de azufre. Se esplota en Nagyag en Transilvania.

3.ª El *telurio gráfico, auro-argentífero* ú *oro gráfico* está en pequeños cristales circulares, agrupados en dendritas; rara vez los cristales son bien determinados, entonces presentan la forma de un prisma rectangular y hexagonal; la fractura es granuda, de grano fino; frágil, tierno, de 7,5 de peso, de color gris de acero y lustre metálico. Al soplete, sobre el carbon, colora la llama de verde, esparce un humo blanco y queda un boton metálico, amarillento y maleable. Contiene 60 de telurio, 30 de oro y 10 de plata. Se encuentra en Offen-Banya en la Transilvania en un filon de roca porfírica con cuarzo, y tambien en Nagy-Ag.

4.ª Finalmente, el telurio *auro-plumbo-argentífero, telurio gris ú oro gris amarillento*, es un mineral que se halla las mas veces en pequeñas masas fibrosas, rara vez en pequeños cristales que son laminares; tierno, pero no mancha, flexible, de 9,2 á 10 de peso, blanco amarillento, de lustre metálico y fundible al soplete, colorando la llama y esparciendo humo blanco. Contiene 45 de telurio, 20 de plomo, 27 de oro, 9 de plata y vestigios de azufre. Se encuentra en las mismas localidades en Transilvania.

Algunos de estos minerales se esplotan como minas de oro; por lo demas no tienen mas usos que en los laboratorios de química.

§. VII. El TITANIO (*titanium*) es un metal que ha sido tambien descubierto en los tiempos modernos en algunos minerales. Constantemente está combinado con el oxígeno formando un óxido ó ácido, que puede combinarse con las bases. Casi no se habia llegado á obtenerle puro, cuando el célebre Wollaston demostró su existencia en los altos hornos alimentados por el carbon de piedra empleado para estraer el hierro del carbonato del mismo metal. Está diseminado en las escorias en pequeños cristales cúbicos, muy brillantes, de un color amarillo-rojizo. Estos cristales son muy duros, puesto que rayan el cuarzo. Este metal absorve dificilmente el oxígeno, y solo á una temperatura muy elevada pasa al estado de óxido ó mas bien al de ácido titánico. Es infusible, perfectamente fijo y de una densidad de 5,3. Los ácidos no tienen accion sobre él, y el ácido nitro-muriático apenas le ataca. Fundidos con la sosa los minerales de titanio dan una sal insoluble en el agua, pero soluble en el ácido hidroclórico. Esta disolucion si es pura precipita en rojo moreno por el hidrocianato ferrurado de potasa; sí contiene hierro el precipitado es verde de yerba.

La primera especie de este género, es el *titanio rutilo* ó *titanio oxidado rojo*, que es una sustancia de color rojo pardusco, á veces amarillento, de lustre metaloideo, muy brillante, opaca ó trasluciente, de estructura laminosa, muy dura que raya al vidrio con facilidad, pesa 4,25, y se presenta en cristales derivados de un prisma de base cuadrada. No se funde al soplete, á no ser que se añada borax; entonces se funde y se hincha. Es un bióxido que se compone de 34 de oxígeno y de 66 de titanio.

Esta especie ofrece gran variedad en sus formas cristalinas, y sobre todo una tendencia notable en sus cristales á unirse de dos en dos por una cara terminal oblicua al eje. Por lo comun sus cristales son prismas de cuatro á ocho planos terminados por pirámides de igual número de caras. Sus variedades imperfectamente cristalizadas, son la *laminiforme*, la *cilindroidea* ó en largos prismas estriados; la *acicular* ó en agujas muy finas, &c.

En los terrenos primitivos forma vetas, pequeñas mas sas y aun cristales diseminados en medio de las diferentes rocas primitivas y de transicion en Saint Iriex cerca de Limoges, en Savoya, Escocia, Hungría, &c. En nuestra península se halla en Horcajuelo cerca de Buitrago.

Los comerciante en joyas, dan el nombre de *cabellos de Venus*, á pequeños cristales aciculares de titanio rutilo, que se encuentran embutidos en un cuarzo hialino diáfano. Se tallan estas variedades hermosas y se hacen con ellas joyas.

Al titanio rutilo sigue otra especie interesante, cual es el *titanio anatasia*, *chorlo azul* ú *octaëdrita*. Está en pequeños cristales octaédricos, de color gris de acero azulado y lustre metaloideo; duros pues rayan el vidrio, de 3,8 de densidad, fractura concoidea, y de division mecánica fácil. Es infundible al soplete, sin adicion, y da con el fosfato de sosa y amoniaco un vidrio de color azul morado. La análisis no ha manifestado mas que titanio casi enteramente en el estado de protóxido. Sus variedades de forma son bastante numerosas, pero todas se derivan de un octaedro agudo de base cuadrada.

Esta especie es menos comun que la precedente; existe en los terrenos primitivos y en los de aluvion. Tales son los granitos del Delfinado, las montañas del Oisans, Pirineos, &c. Ademas de estas es-

pecies principales y de la *esfena* ó *titanio siliceo-calcareo*, que es un silicio-titaniato de cal en pequeñas masas laminares, ó cristalizado en prismas oblicuos ú octaedros blancos, verdosos, parduscos ó morados, de fractura concoidea en un sentido y astillosa en otro, y fundibles al soplete sin adicion en una escoria parduscа en los bordes y con el borax en un vidrio amarillo pardo, hay el *hierro titaniado*, la *polimignita* ó titaniato de circona, cerio, hierro, &c: minerales rarísimos que carecen de interes por no tener usos.

§. VIII. El TÁNTALO ó *colombio* (*colombium*) es un metal decubierto por Hatchett en 1801 en un mineral americano, y por Ekeberg en otro de Suecia. El primero le llamó *colombio* porque provenia de América; el segundo *tántalo* para hacer alusion á una de sus propiedades mas notables, la de ser insoluble en la mayor parte de los ácidos. Este último es el que ha prevalecido en la ciencia.

Este metal es muy raro. Berzelius ha llegado á aislarle completamente descomponiendo el fluoruro de tántalo y de potasio por el potasio. Tiene un color gris de hierro empañado, que se pone brillante por el frotamiento; el aire seco no tiene accion alguna sobre él á la temperatura ordinaria, pero al calor rojo se quema con llama y se convierte en ácido tantálico. Es mal conductor de la electricidad. Los ácidos no ejercen accion sobre él, á escepcion del ácido hidroftórico que le disuelve desprendiendo el hidrógeno. El cloro y el azufre se combinan con él. Detona cuando se le calienta con un álcali ó con el nitro. El tántalo jamas se ha encontrado en el estado metálico en la naturaleza. En ella existe combinado con el oxígeno, formando un ácido bastante débil, unido á algunas bases. Las especies principales son la *tantalita* y la *itriotantalita*.

La *tántalita* ó *tántalo oxidado ferro-manganesífero* es un mineral estremamente raro como todos los de tántalo, negruzco y de lustre un poco metálico, de fractura desigual y concoidea, que raya difícilmente el vidrio, y pesa de 6 á 7,9. Al soplete sin adicion no se funde, solamente pierde su lustre; con el borax da un glóbulo de color verde de botella que se vuelve opaco y agrisado conforme se enfria. Contiene, 83 de protóxido de tántalo, 10 de protóxido de manganeso, 4 de protóxido de hierro, y vestigios de óxido de estaño, de cal y de ácido silícico. Es una sustancia diseminada en pequeña cantidad en la pegmatita en donde forma pequeños nidos, ó pequeños cristales, en Finlandia, Inglaterra y Suecia.

El nombre de *itriotantalita* ó *tántalo oxidado itrífero* se ha dado á varias materias diversas de color negro amarillo ó pardo. Todas son un tántalato de itria mezclado con cal, hierro, ácido túngstico y aun óxido de uranio. La itrio-tantalita es muy rara, pues todavía no se ha encontrado sino en pequeños nidos diseminados en las pegmatitas, en Suecia y en la Groenlandia.

ÓRDEN SEGUNDO.

METALES ELECTRO-POSITIVOS.

Estos metales obran á la manera de las bases en los compuestos en que entran, y por la accion de la pila van al polo negativo. Este órden es bastante numeroso.

§. I. El CERIO (*cerium*) es un nuevo metal descubierto en 1804 en un mineral de cobre de la Westmania, donde existe en el estado de óxido combinado con la sílice y el óxido de hierro. Despues de esta época el óxido de cerio se ha encontrado en algunos otros minerales todos bastante raros. Todavía no se ha obtenido el

cerío metálico sino en cortísima cantidad; asi sus propiedades se conocen imperfectamente. Es de color blanco gris, laminoso, muy frágil y volátil á alta temperatura. Las especies principales que contienen el óxido de cerio son: 1.ª la *cerita ó cerio oxidado silicífero rojo*; 2.ª *la alanita ó cerio oxidado silicífero negro*; 3.ª *la ortita*; 4.ª *el cerio fluatado*; 5.ª *la itriocerita ó ceriofluatado itrífero.*

Todas estas son especies estrangeras que apenas se encuentran mas que en la Suecia, Finlandia, Groenlandia, y que hasta ahora no tienen usos conocidos.

§. II. El MANGANESO (*manganesium*), se halla en la naturaleza, ya combinado con el oxígeno ó el azufre, ya en el estado de sal unido con los ácidos carbónico y fosfórico.

El peróxido de manganeso se habia empleado por largo tiempo como una variedad de hierro magnético, hasta que Scheele en el siglo pasado dió á conocer su naturaleza, y poco despues Gahn estrajo el metal, pero todavía unido al carbono. El nombre de manganeso es derivado del de *magnesia nigra*, con el cual los antiguos mineralogistas designaban al peróxido de manganeso. El manganeso, estraido de su óxido, por la accion del carbon, es de color gris de plata, muy duro, raya al acero templado, de 8 de peso, y tan dificil de fundir como el hierro. A la temperatura ordinaria absorve el oxígeno del aire con grande facilidad, y descompone el agua á la misma temperatura. Combinándose con el oxígeno puede formar cuatro óxidos: el protóxido verde; el deutóxido rojo; el sesquióxido pardo negruzco, y el peróxido negro. Los tres últimos son los únicos que se encuentran en la naturaleza. Los minerales manganesíferos se reconocen fácilmente por la via seca, pues comunican al borax por el fuego de oxidacion un hermoso color de violeta;

calentados hasta el calor rojo con la potasa cáustica, la coloran de verde. En este género se distinguen varias especies.

La primera es la *pirolusita ó manganesa negra* (manganeso peroxidado), sustancia que se encuentra ya compacta, en mamelones ó térrea, ya cristalizada en prismas de ocho planos muchas veces muy delgados y terminados por biseles, que se derivan del prisma romboidal oblicuo, ó en gruesas agujas agrupadas que constituyen lo que se ha llamado manganesa bacilar; es dura, raya al carbonato de cal, tiene la densidad de 4, 82, á 4, 94, de color gris de hierro ó de gris de acero, con lustre metálico muy marcado y polvo negro. Es enteramente infusible al soplete; si se funde con el borax, da lugar á una viva efervescencia ocasionada por el desprendimiento del oxígeno. Por el calor se descompone fácilmente y pasa al estado sexquióxido; los ácidos sulfúrico y fosfórico muy concentrados la descomponen totalmente, y se forman sales de protóxido. El ácido hidroclórico la descompone igualmente, con desprendimiento de cloro y formacion de protocloruro de manganeso y agua. Contiene 36 de oxigeno por 64 de manganeso, Este es el mineral de manganeso mas comun. Constituye masas mas ó menos considerables en una multitud de localidades que pertenecen á los terrenos primitivos y de transicion en Francia, Sajonia, Hartz, &c. En España tenemos esta especie en Puras cerca de Burgos, en Alcañiz y en el camino de Aranjuez á Toledo.

2.ª La *braunita, manganesa parda, sesquióxido de manganeso ó manganesa hidratada cristalizada*, que se encuentra ya cristalizada, ya en masas fibrosas, en láminas ó térrea, se diferencia de la precedente por su cristalizacion en octaedros de base cuadrada, y el color de su polvo, que es de un pardo muy oscuro, pero no

completamente negro; se funde sin adicion al soplete, y hace ligeramente efervescencia cuando se la calienta con el borax. Se compone de 30 de oxígeno y 70 de manganeso. Esta especie se ha descubierto en Turingia en San Marcelo, en el Piamonte, &c.

Contiene menos oxígeno que la precedente, por lo tanto es menos útil para estraer este gas y para las fábricas de vidrio, pero puede servir para la preparacion del cloro.

3.ª Llámase *manganita, manganeso oxidado prismático* ó *hidróxido de manganeso*, á una sustancia cristalizable en un prisma romboidal recto; su lustre es metaloideo, el polvo pardo, y el color negro pardusco ó negro de hierro. Es infusible al soplete, y da agua cuando se la calcina en un tubo; calentada con el borax forma una ligera efervescencia; entran en su composicion 90 de manganeso, 10 de agua.

Esta especie es la que presenta mayor número de formas; en efecto está *cristalizada*, *bacilar*, *fibrosa* ó *capilar*, en masas *mamelonadas*, *estalactíticas*, *globulosas* y como *testaceas*, en fin en el estado *térreo*. Es muy abundante en los terrenos primitivos y en los de sedimento, donde muchas veces forma masas considerables mezcladas con los criaderos ferríferos. Se encuentra en varios parages de Francia y de España. Puede emplearse en las fábricas de vidrio.

4.ª El *manganeso sulfurado* es un mineral que se parece mucho al manganeso oxidado; es laminoso, pesa 3, 9, de color gris negruzco y lustre metaloideo; su polvo es amarillo verdoso; no se funde al soplete, y se disuelve con efervescencia en el ácido nítrico.

La análisis ha dado las proporciones siguientes: 34 de azufre y 66 de manganeso. Existe en pequeñas masas en Nagy-ag, en Transilvania, asociado al telurio.

5.ª La *dialogita* ó *manganesa litoidea* (mangane-

sa carbonatada) tiene la testura laminar, y está cristalizada en un romboedro obtuso, ó compacta; es bastante dura, de una densidad de 3,2 á 3,5, y de un color blanco de rosa, rojo rosado ó enteramente blanco. Se disuelve con efervescencia en el ácido nítrico en caliente, y se compone de 38 partes de ácido carbónico, por 62 de protóxido de manganeso.

Esta especie es bastante rara en la naturaleza. Muchas veces está asociada con la cal carbonatada silicífera, y se encuentra principalmente en las minas de Nagy-ag en Transilvania.

6.ª Finalmente, la *manganesa fosfatada* está caracterizada por tener una estructura laminosa ó compacta, ser bastante dura, de 3,9 de densidad, y de color pardo negruzco, disolverse con efervescencia en el ácido nítrico, y fundirse con bastante facilidad al soplete. En la composicion de este mineral se ha hallado, por la análisis, 42 de deutóxido de manganeso, 31 de óxido de hierro y 27 de ácido fosfórico. Una variedad de manganesa fosfatada ferrífera sub-laminar y de color pardo rojízo existe en la naturaleza. La manganesa fosfatada se halla en los alrededores de Limoges en Francia, en un terreno granítico.

Los compuestos del manganeso tienen en las artes diversos usos. El peróxido sirve en química para la preparacion del oxígeno y del cloro. En las fábricas de vidrio se le emplea para quitar á este su color amarillo, pero es preciso para eso que no contenga hierro. Si se añade en demasiada cantidad le da un color morado. Con sus óxidos se hacen colores pardos que se usan en la pintura sobre porcelana.

§. III. El HIERRO (*ferrum*) es el mas útil de todos los metales y el mas abundantemente repartido en la naturaleza, donde se ve en toda especie de terrenos. Pero no se crea que el hierro se presenta siempre con

los caractéres con que le distinguimos. Materias de naturaleza diversa le alteran hasta el punto de hacerle imposible de conocer, y de darle propiedades enteramente opuestas á las que tiene naturalmente.

A pesar de la abundancia del hierro, parece que no fue conocido en los tiempos mas antiguos; lo que se esplica muy bien por la estrema dificultad que presenta su metalurgia, es decir, su estraccion de la tierra y su purificacion. Esta dificultad es tan grande que en muchos paises en donde existe en estado de combinacion, no han podido procurársele puro, á pesar de la necesidad que tienen de él para diferentes usos. Pero cualquiera que sea la época á que remonta su descubrimiento, es cierto que desde que fue conocido se le empleó en razon de su dureza, que escede á la de los demas metales, para la fabricacion de instrumentos cortantes, lo que le hizo consagrar al Dios de los combates; así los alquimistas le designaban con el nombre de Marte. En cuanto al nombre de hierro, viene de *ferre*, llevar, soportar, porque efectivamente es el mas tenaz de todos los metales, puesto que un alambre de una línea de diámetro puede sostener sin romperse 450 libras de peso.

El hierro se encuentra en la naturaleza en diferentes estados. Es uno de los once metales que existen en el estado nativo; pero por lo comun se halla combinado con el oxígeno, el azufre ó los ácidos; estas combinaciones constituyen otras tantas especies.

1.ª *Hierro nativo.* El hierro purificado por las operaciones metalúrgicas, es de color gris mas ó menos brillante, de una testura granuda y laminar, de 7, 7 de densidad, mas ductil que maleable, el mas tenaz de todos los metales como hemos dicho ya, y de grande dureza que aumenta todavía cuando se combina en ciertas

proporciones con el carbono; en cuyo caso forma el acero que es el mas duro de todos los metales. El hierro es atraido por el iman, y exige una alta temperatura para fundirse (158° del pirómetro de Wedgewood); espuesto al aire se oxida y pasa al estado de orin ó hierro enmohecido, que es un subcarbonato de hierro hidratado. Puede combinarse con los ácidos y formar sales de base de protóxido, de deutóxido ó de tritóxido, pero todas ellas dan con el cianuro amarillo de potasio un precipitado de azul de prusia.

El hierro nativo está cristalizado en octaedro ó bajo la forma de dendritas, ó en masas que presentan un gran número de cavidades irregulares, de donde le viene el nombre de *hierro cavernoso*; otras veces, en fin, se halla en pequeños glóbulos ó fragmentos en las aerolitas ó piedras caidas del cielo.

El hierro nativo es muy raro en la naturaleza; existe ya diseminado en filones como en los alrededores de Grenoble, en Sajonia, y en el Brasil; ya en productos volcánicos, como en la Auberoia, Vesubio, &c.; ya en el de masas esparcidas en la superficie del suelo, que se consideran como caidas de la atmósfera.

Estas masas de hierro meteórico son algunas veces estremamente voluminosas. Así se cita una cerca de la ciudad de Janiseik, en Siberia, que pesa 1400 libras, y otra en Olumpa, cerca de Santiago en la provincia de Tucuman, cuyo peso se ha valuado en 1, 2000 arrobas. Durante mucho tiempo se ha ignorado totalmente el orígen de estas masas de hierro nativo, en las que existe siempre una pequeña cantidad de niquel, de cromo, y aun de cobalto; pero se ha demostrado del modo mas evidente que han caido de la atmósfera en épocas conocidas masas menos voluminosas de hierro, que tenian absolutamente los mismos caractéres. Así se sa-

be que ha caido una de esta naturaleza en Harasina, cerca de Agram, en Croacia, el 26 de mayo de 1751 á las seis de la tarde; otra en Lahor, en el Indostan el 17 de abril de 1621, &c. Mas, los grandes trozos de hierro nativo de la Siberia, América, &c., tienen absolutamente los mismos caractéres que aquellos cuyo orígen está bien averiguado. Estas masas de hierro descansan sobre toda especie de terreno, y aun sobre la tierra vegetal. Por consiguiente todo induce á creer que tienen una procedencia semejante á la de las piedras meteóricas, y en el dia todos los mineralogistas están sobre este punto de acuerdo.

2.ª El *hierro oxidulado, piedra iman ó hierro oxidado magnético*, es un mineral muy abundante en ciertos terrenos bajo las formas compacta, granuda, laminar, cristalina y térrea; las dominantes en la cristalina son el octaedro regular y el cuneiforme, y el dodecaedro romboidal; se rompe con bastante facilidad, la fractura es concoidea, el peso específico de 4, 74 á 5,09, de color gris oscuro ó negro, y el polvo de este último color; es muy magnético, muchas veces con polaridad, y en este caso constituye los imanes naturales que de por sí pueden comunicar su propiedad magnética al hierro metálico, y formarse así las barras y agujas imanadas.

Los mas de los mineralogistas miran á esta especie como un deutóxido de hierro compuesto de 72 partes de este metal y 28 de oxígeno. Sin embargo, Beudant le considera como un ferrato de hierro, es decir, como una combinacion en la que el peróxido de hierro obrando como un cuerpo electro-negativo, se une al protóxido del mismo metal. Beudant le da la composicion siguiente: de peróxido de hierro 69, de protoxido 31.

Esta especie existe en forma de capas en los terrenos primitivos, particularmente en Suecia, Noruega, Córcega, San Gotardo, Brasil, Chile, Filipinas, &c.; en

España en San Lorenzo del Escorial, en el lugar del Campo del concejo de Castropol en Asturias, diseminado en Granada en serpentina, y en Sierra Nevada con piritas y granates en una pizarra arcillosa. A veces esta sustancia forma por sí sola montañas enteras como la de Taberg, en la provincia de Esmolan dia, en Suecia, que está únicamente compuesta de ella. Este es uno de los minerales de hierro mas ricos y productivos y el que mas particularmente se esplota en este último pais.

3.ª El *hierro oligisto* ó *peróxido de hierro* es la tercera especie, que puede abrazar las dos que la mayor parte de los mineralogistas distinguen con los nombres de *hierro oligisto* y de *hierro oxidado rojo.* En efecto, estas dos especies tienen la misma composicion y la mayor parte de sus caractéres les son comunes.

El hierro oligisto se presenta bajo dos aspectos diferentes, 1.º de color gris de hierro con lustre metálico; 2.º rojo con un aspecto litoideo. Pero un carácter comun es que en las variedades cristalizadas ó con lustre metálico, el polvo es constantemente de color rojo moreno; siendo negro en el óxido de hierro magnético y amarillo en el hidróxido.

Esta especie cristaliza muy fácilmente en el sistema del romboedro y sus cristales presentan un gran número de modificaciones. Su densidad es de 5,2 á 5,5. El hierro oligisto, sobre todo en las variedades muy compactas, es algunas veces ligeramente atraido por el iman. Presenta en su composicion 69 de hierro y 31 de oxígeno.

Este mineral ofrece un sin número de variedades; las que estan cristalízadas son brillantes, lisas, de color gris de acero y muchas veces irisadas (*H. oligisto cristalizado*). Estos cristales que en general son romboedros, estan algunas veces tan deprimidos, que afectan una for-

ma lenticular (*H. oligisto lenticular.*) En algunos casos tienen la de láminas delgadas, brillantes que son tambien romboedros truncados muy profundamente. Se encuentra en los productos volcánicos, y por esto se le llama *hierro especular* de los volcanes. En otros casos está en pequeñas masas de escamas brillantes muy adheridas entre sí, ó que se desprenden con facilidad y se pegan á los dedos (*hierro micaceo*). Tambien hay variedades de estructura laminosa, fibro-laminosa, granuda ó compacta.

Las variedades litoideas ó térreas no son en menor número. Ordinariamente tienen un color rojo moreno mas ó menos subido. Su testura es algunas veces escamosa, otras fibrosa ó testácea y entonces se llaman *hematites roja*; ó en fin, compacta y térrea, en cuyo caso constituyen la *sanguina* ó mina de lapiz encarnado ó rojo. Esta última variedad contiene mucha arcilla, y por esta razon pertenece tanto al hierro, como á las arcillas, siendo muy difícil establecer la línea de demarcacion que separa el hierro oligisto térreo, de las arcillas ocráceas rojas que encierran igualmente mucho peróxido de hierro.

Las variedades cristalizadas ó metaloideas, pertenecen en general á los terrenos de cristalizacion, al paso que las litoideas se ven en los terrenos de sedimento. Las primeras estan en capas, masas ó filones inmensos; algunas veces constituyen casi por sí solas montañas, como en Gellivara, en la Laponia. Las localidades mas notables donde se hallan son en Framont en los Vosgos, Laponia, Suecia, y sobre todo en la isla de Elba de donde viene la mayor parte de los magníficos grupos de hierro oligisto cristalizado. Las no cristalizadas son muy comunes por todas partes. En España se encuentra el hierro especular en Jumilla de Murcia y Lubrin en Granada; el micáceo en Pavias en el reyno de Valencia; el rojo compacto en

Baygorri de Navarra, cerca de Zamora y en mil partes diferentes; la hematites roja, y el ocre de hierro rojo en Hinojosa de Córdoba, en las montañas de Alcaraz en la Mancha y en Linares de Jaen.

Este mineral es muy rico en hierro. Las variedades térreas sirven para hacer lápices y el ocre rojo; por último, las fibrosas ó estalactitiformes que tienen un grano sumamente fino, se emplean para hacer bruñideras.

4.ª La *limonita, hierro oxidado pardo ó hierro oxidado hidratado*, es un mineral metaloideo ó térreo; en este último caso, es mas ó menos amarillento, y contiene siempre agua, que pierde por la calcinacion. Su polvo es constantemente amarillo. Es susceptible de cristalizar en cubos ó en octaedros rectangulares; su peso específico es de 3,3 á 3,9. Se compone de 85 de peróxido de hierro y 15 de agua.

Sus variedades principales son las siguientes, prescindiendo de las que presentan una cristalizacion perfectamente regular.

1.ª La limonita *estalactítica* ó *mamelonada* (vulgarmente *hematites parda*), de estructura fibrosa, testácea ó compacta; 2.ª La L. *geódica* ó *piedra de águila*, en riñones ó pedazos de figuras muy variadas, huecos en el centro y que contienen un núcleo de la misma materia, que se mueve dentro; 3.ª La L. *oolitica* ó *hierro en granos*, que está en glóbulos redondeados del grosor de una cabeza de alfiler ó del de un grueso guisante; en fin, la *compacta*, *terrea*, &c.

El hierro hidroxidado se encuentra en posiciones bastante variadas desde los terrenos de transicion, hasta los terrenos terciarios mas recientes. Esta especie es muy comun en la naturaleza y de las que se esplotan con mas ventaja para estraer el hierro.

El hierro pardo compacto es muy comun en Vizcaya, Aragon y Valencia, y la hematites parda en las dos primeras provincias.

5.ª La *pirita de hierro, pirita marcial ó hierro sulfurado amarillo*, es una sustancia metaloidea, inalterable al aire, de fractura áspera y brillante, que da chispas con el eslabon, pesa de 4,6 á 5, y tiene color amarillo de laton. Espuesto un fragmento á la llama de una bugía esparce un olor sulfuroso y acaba por ser atraido por el iman. Contiene 54 de azufre y 46 de hierro.

La pirita de hierro cristaliza muy facilmente en el sistema del cubo. Sus formas dominantes son el cubo, el octaedro y el dodecaedro pentagonal. Sus variedades no cristalizadas son muy numerosas. Su testura es tan pronto escamosa como fibrosa. Muchas veces toma formas prestadas, llenando los moldes que quedan vacios por la destruccion de otros cuerpos, como conchas, amonitas, &c. Algunas veces hay una verdadera epigenia, es decir, que conservando su forma cristalina, se cambia en hierro hidroxidado. Esta trasformacion no es muy rara. Entonces se llama con bastante impropiedad *hierro hepático.*

La pirita marcial es una de las sustancias minerales mas abundantes; se encuentra en todos los terrenos, pero jamas constituye masas muy considerables, ordinariamente está muy diseminada.

La pirita comun abunda en muchos parages de España y América. Los antiguos conocian esta sustancia, y se servian de ella para sacar chispas por el choque del acero, de donde tuvo orígen el nombre de pirita ó piedra de fuego. Tambien se la ha empleado cuando se descubrieron las armas de fuego en lugar del pedernal, y por eso ha sido llamada por algunos autores antiguos piedra de arcabuz.

La pirita de hierro es susceptible de adquirir un hermoso pulimento pues se han encontrado grandes tablas ú hojas bien lisas y brillantes en los sepulcros de los antiguos Incas, en el Perú, que por creer que les sirvieron de espejos se han llamado *espejos de los Incas.* Este mineral no se esplota para estraer el hierro, porque las operaciones para separarle del azufre serian demasiado dispendiosas, y porque los demas minerales y sobre todo los óxidos son en general muy comunes en todos los paises. Pero en ciertas localidades en que este sulfuro abunda, se le emplea en la fabricacion del sulfato de hierro, despues de haberle tostado convenientemente, y aun para la estraccion del azufre y del ácido sulfúrico.

6ª Con el nombre de *pirita blanca* ó *radíada, ó hierro sulfurado blanco*, se conoce un sulfuro de hierro cuya composicion es la misma que la del precedente, aunque se diferencia por caractéres bien marcados; cristaliza en prismas romboidales, pesa 4,8, tiene un color mas pálido, amarillo lívido ó amarillo verdoso, y se descompone y altera por el aire. Este mineral tambien presenta muchas variedades no cristalizadas, así puede ser globuloso, estalactítico, fibroso, compacto, &c.

Se encuentra en las mismas localidades que la especie precedente, sobre todo en las materias arcillosas y las margas del fin de los terrenos secundarios. Tambien se halla en las lignitas, carbon de piedra, y aun á su descomposicion atribuyen muchos autores la inflamacion espontanea de ciertas minas de este último combustible. En España tenemos esta pirita en varios parages, sobre todo en Baygorri de Navarra. Sirve como la anterior para la preparacion del sulfato de hierro, y aun del alumbre cuando estas piritas estan diseminadas en tierras arcillosas. Se lavan las eflorescencias que se forman en la superficie del suelo,

que son sulfato ácido de alúmina, y se añade la potasa.

7.ª La *pirita magnética, hepática, parda ó hierro sulfurado pardo*, está unas veces cristalizada en figuras derivadas de un prisma recto romboidal, otras es laminar ó compacta; bastante frágil, de densidad de 4,6, de color pardo metálico ó de bronce, y goza de propiedades magnéticas. Es un bi-sulfuro de hierro compuesto de 40 p. de azufre y de 60 de hierro. La pirita magnética es mas comun que las dos precedentes, y se encuentra sobre todo en la parte superior de los terrenos primitivos, en Baviera, Sajonia, Inglaterra, en Francia en Nantes y en San Lorenzo del Escorial, en España, con pirita comun, granates y espato calizo. Sus usos son los mismos que los de las dos precedentes.

8.ª La *pirita arsenical* ó *hierro arseniurado y sulfurado* cristaliza en prismas romboidales, tiene una estructura compacta ó fibrosa y un peso específico mas considerable que el de los demas sulfuros ferruginosos, pues es de 6,1. Como la pirita amarilla, da chispas con el eslabon y al mismo tiempo un olor aliaceo de arsénico. Su color es blanco-argentino ligeramente marillento. Al soplete se funde y esparce olor de azufre y de ajo, y deja un boton que es atraido por el iman. En un tubo cerrado, da por el calor, sulfuro de arsénico que se volatiliza. La análisis ha encontrado 21 de azufre, 44 de arsénico y 35 de hierro. Es un mineral de los terrenos primitivos; en Bohemia y Sajonia acompaña á otros minerales metalíferos. En Francia se le ha observado en filones pedregosos que atraviesan rocas serpentinosas y graníticas. En España existe en Salas en Asturias, Hinojosa y Bustar viejo.

Entre las sales de hierro naturales, encontraremos el hierro sulfatado, el fosfatado, el carbonatado, el arseniatado y el cromatado.

El *hierro sulfatado* puede ser verde ó rojo. El primero llamado tambien *caparrosa* ó *vitriolo verde* se encuentra cristalizado, fibroso y en concrecion ; pesa 1 ,8 , es soluble en el agua en la que se le puede hacer cristalizar, tiene un sabor parecido al de la tinta y un color verdoso. Calentado en un tubo da agua y un residuo blanco. Los cristales contienen 26 de protóxido de hierro , 29 de ácido sulfúrico y 45 de agua. Se usa en las artes, pero siempre el preparado artificialmente por la eflorescencia ó torrefaccion de las piritas. Se emplea particularmente para teñir de negro; en la fabricacion de la tinta, del ácido sulfúrico humeante y del rojo de Inglaterra. En la naturaleza resulta de la descomposicion de las piritas. En Guadalcanal se han encontrado hermosos cristales de vitriolo verde.

El *hierro sulfatado rojo* es un sulfato de protóxido y de deutóxido de hierro; se encuentra en concrecion, estalactitiforme y aun cristalizado en derivados de un prisma romboidal oblicuo; pesa 2, es soluble en el agua, de sabor astringente y color rojo; calentado en un tubo da agua y queda una masa roja. Jamas está puro, casi siempre está mezclado con otros sulfatos. Se encuentra como el precedente en los trabajos de las minas donde resulta de la descomposicion de las piritas.

El *hierro sub-sulfatado ó resinoso* es un mineral que se encuentra en pequeñas masas mamelonadas , en estalactitas y pulverulento ; de fractura concoidea, color pardo , lustre resinoso , y polvo amarillo; insoluble en el agua , quedando un polvo rojo. Se le encuentra en lo interior de las minas, donde resulta de la descomposicion de las piritas. Tambien se halla en las solfataras. Su variedad mas hermosa es una de las minas de Freyberg de color rojo de jacinto , trasluciente y de lustre resinoso.

El *hierro fosfatado hidratado azul* está en ma-

sas, ó cristalizadas en derivados de un prisma rectangular de base oblicua, de un color verde azulado y trasparentes, ó amorfas, opacas y de un color azul mas ó menos vivo, color que presenta constantemente su polvo. Calentado en un pequeño matraz, da mucha agua; se disuelve sin efervescencia en el ácido nítrico y en el amoniaco. Su composicion es de 43 de protóxido de hierro, 23 de ácido fosfórico, 52 de agua y 2 de materias estrañas. Se encuentra en los terrenos primitivos, ó en los basaltos y productos volcánicos, en capas de arcilla mas ó menos superficiales, &c.

El *hierro fosfatado verde* (hierro sub-fosfatado), es un mineral que se encuentra en granos compactos, de color verde de puerro, ó radiados y verdes de aceituna; el primero pesa 3,5 y acompaña á los minerales de hierro y de manganeso en Say del Rhin; el segundo pesa 3,2, es ligeramente trasluciente, se funde á la llama de una bugía y acompaña á la manganesa fosfatada ferrífera en Limoges, y Alta Viena. Este último contiene algo de óxido de manganeso que no tiene el otro.

Llámase *hierro espático* ó *mina de acero* (hierro carbonatado) una sustancia de estructura laminar, granuda, oolítica ó compacta, que da fácilmente la forma primitiva, que es un romboedro obtuso, por la division mecánica; de 3, á 38 de peso específico, bastante dura para rayar al car-bonato de cal, pero es rayada por el espato fluor y el aragonito; su color por lo general es blanco brillante, y casi semitrasparente, algunas veces amarillento, pardo ó rojo de ocre, pero solo al esterior. Se disuelve lentamente en frio en el ácido nítrico sin efervescencia, y en caliente con ella. Su composicion es bastante variable. Casi siempre contiene manganesa, magnesia y cal. El mineral de Baigorri en los Pirineos ha dado 41 de ácido carbónico, 53 de protóxido de hier-

ro, 1 de protoxido de manganeso y 5 de magnesia. Por consiguiente es un bi-carbonato de hierro mezclado con algunas materias estrañas. Se halla en Somorrostro en Vizcaya.

Este mineral es un escelente ejemplo de isomorfismo. En efecto, su composicion es siempre muy variable, sin que su forma cristalina cambie; así el protóxido de hierro puede ser reemplazado en parte por la cal, magnesia, manganesa, &c., todas bases que son isomorfas.

El *hierro arseniatado* ó *escorodita*, es una sustancia bastante rara, cristalizada en pequeños cristales azulados, ordinariamente en octaedros de base rectangular, de 3,2 de peso específico, que da mucha agua por la calcinacion, y sobre las ascuas, vapores aliáceos con un residuo esponjoso que es atraido por el iman. Se compone de 48 de protóxido de hierro, 32 de ácido arsénico y 18 de agua. Otras variedades tienen diferentes componentes. Acompaña á los minerales de estaño y cobre, &c.

El *hierro cromado* ó *cromatado* se presenta comunmente bajo la forma de masas de estructura laminar y granuda ó enteramente térrea, pero cristaliza en octaedro regular. Es bastante frágil, aunque duro y raya el vidrio, de color pardo negruzco, semimetálico y de polvo gris ceniciento. Al soplete es infusible, pero se hace fundible si se añade borax que toma un hermoso color verde debido al óxido de cromo. Los resultados de la análisis del hierro cromado de Siberia son: 34 de óxido de hierro, 53 de cromo, 11 de alúmina y 2 de manganesa. Constantemente se encuentra en rocas de serpentina como en La Bastide, departamento de Var, en los montes Urales en Siberia, en la América del Norte, &c. En España tal vez se halle. Este mineral es la mina de cromo mas abundante, y se le emplea para preparar todos los productos de los que este metal forma la base.

Todavía existen algunas otras especies de sales ferruginosas, pero poco importantes, tales son: el hierro muriatado, el titaniado, la yenita ó hierro siliceo-calcáreo, y el hierro oxalatado cuyo ácido es de orígen orgánico como lo comprueba el hallarse entre lignitas.

Descritas las especies que tienen por base el hierro, veamos cual es el tratamiento metalúrgico de este metal. Los minerales de hierro que se esplotan con este objeto son los óxidos y el carbonato. Estos minerales como los de la mayor parte de los demas metales necesitan, antes de ser fundidos, pasar por ciertas preparaciones preliminares ya indicadas, que tienden á desembarazarles de las materias estrañas que pueden contener, ó de los príncipios que podrian perjudicar á su fundicion. Estas preparaciones consisten en apartar el bueno del mal mineral, quebrantarle, pulverizarle y tostarle.

Para la esplotacion del hierro hay dos métodos bien distintos: el uno consiste en fundir el mineral en grandes hornos terminados por altas chimeneas, para obtenerle en estado de hierro colado ó de fundicion; y el otro que tiene por objeto obtenerle puro, sin que pase por el estado intermedio de hierro colado. El primero de estos procedimientos se llama método por los *altos hornos*, y el segundo método *catalan*.

Los altos hornos en los que se efectúa la fundicion del hierro se componen interiormente de dos cavidades opuestas base con base y de la forma de dos conos truncados. La cavidad mas baja se continúa por su parte inferior, estrechada en un cilindro hueco que se llama *crisol*. Este tiene tres aberturas: dos superiores, una para la entrada del aire que es introducido por la accion de los fuelles; otra colocada enteramente en el borde superior, está destinada á dar salida á las escorias que flotan sobre el metal fundido. La abertura inferior, que está

exactamente cerrada, sirve para estraer este último. La chimenea del horno es de ladrillos y de 15 á 40 pies de alta, segun que se emplea carbon de madera, ó carbon de piedra destilado. El horno se carga por la abertura superior de la chimenea, es decir, que por ella se introducen el mineral y el carbon mezclados. A medida que la materia metálica entra en fusion, su liquidez y peso la arrastran á la parte inferior del horno ó crisol donde se acumula. Cuando este se halla bien lleno, se abre el agujero inferior del crisol, y la materia fundida se recibe en una reguera hecha en arena fina, donde se fija. Se llaman *goas* las enormes masas de hierro fundido que resultan de esta operacion; su peso varía de 3 á 6 mil libras. Algunas veces se recibe la fundicion todavía líquida en enormes cucharas de hierro, y se echa en moldes hechos con arena fina. Así se fabrican los diferentes utensilios de hierro colado, tales como marmitas, cacerolas, planchas de chimeneas, &c.

Pero es raro que los minerales sean bastante puros para fundirse inmediatamente sin adicion de fundentes. Muchas veces contienen materias arcillosas ó calizas, que entorpecen su fundicion ó la hacen demasiado rápida. En el primer caso se sirven de materias calizas que llaman *castina* para neutralizar la sílice y alúmina que se oponen á la fundicion: en segundo se emplea un fundente compuesto de materias arcillosas que obran en sentido opuesto.

El metal fundido que así se obtiene es un carburo de hierro, frágil y quebradizo, del que se distingun dos especies principales la fundicion *gris* y la *blanca*.

La primera contiene menos carbono que la blanca, es gris oscura, de estructura granuda, muy tenaz, atacable por la lima, pero se convierte mas difícilmente en hierro dulce. Se liquida fácilmente y no se altera al aire. Así se

la prefiere para hacer utensilios y varios objetos menudos de hierro colado.

La fundicion blanca es mas carbonada, blanca y brillante, de estructura laminosa, fibrosa y radiada. Es fragil y no la entra la lima. Segun Karsten es un verdadero carburo de hierro en proporciones determinadas: 2 átomos de hierro y 1 de carbono. Con esta se fabrica el mejor acero natural. Cuando se ha obtenido la fundicion por los procedimientos que acabamos de indicar, es preciso nuevas operaciones para convertirla en hierro dulce ó hierro forjado. Estas operaciones constituyen el refinado que se verifica en las *forjas*.

Los hornos de las forjas son de construccion mas sencilla que los altos hornos. Consisten en un cuerpo macizo de ladrillos que presenta en su parte media una cavidad de 17 á 18 pulgadas de diámetro en todas direcciones, cuyas paredes estan revestidos de planchas de fundicion muy gruesas. Encima de este macizo hay una chimenea muy ensanchada inferiormente de modo que le cubre enteramente. La cavidad del horno debe estar llena de polvo de carbon bien humedecido y bien apelmazado. Se introduce la estremidad de la goa en el horno y se calienta fuertemente hasta que entre en fundicion. Bien presto se ve á la fundicion cubrirse de escorias que un obrero quita, al mismo tiempo que con una barra de hierro menea la masa fundida, á fin de esponer sucesivamente todas sus partes á la accion del aire y del calor que le quita el carbono. Cando se tiene una porcion fundida de 25 á 40 libras mas ó menos, se reune en una masa llamada *lupia.* Un trabajador la coge con pinzas de hierro y la lleva debajo de enormes martillos ó martinetes que son movidos por una corriente de agua. Se machaca la lupia durante algunos instantes y en todos sentidos para ligar bien y condensar todas las di-

versas partes, y se la vuelve á llevar á otro horno. Solamente cuando la lupia ha sido forjada así dos ó tres veces, la fundicion queda reducida á hierro dulce. Entonces es cuando se la estira en barras, ó se la dan las formas que se requieren en las artes y en la industria.

El método catalan es mas sencillo y fácil, exige menos tiempo y hornos menos dispendiosos. Estos son casi los mismos que sirven para refinar la fundicion. El mineral despues de apartado, quebrantado, lavado y tostado se le pone contra una de las paredes del crisol, el resto se llena de carbon y todo se cubre con polvo de este mezclado con arcilla. El fuego se conduce con suavidad durante las dos primeras horas, despues con fuerza. Al cabo de cinco ó seis horas la operacion está terminada; todo el hierro se ha reunido en el fondo del crisol en una masa que se lleva despues bajo los martinetes para forjarla.

Este segundo método como se ve es mucho mas sencillo que el precedente, puesto que en una sola operacion, el mineral queda reducido al estado de hierro dulce. Pero todos los minerales no pueden ser tratados por el método catalan: los que son mas á propósito para que pueda usarse, son ciertas variedades de hierro espático; mas tiene el inconveniente de no ser aplicable á todos los minerales esplotados y de no poderse poner en práctica sino en pequeña escala, al contrario del de los altos hornos que se presta mejor para las vastas esplotaciones. Por esto está adoptado generalmente.

La industria del hierro es de tanta importancia, que este metal ocupa un lugar tan eminente entre los productos de la tierra, y sus usos son tan estensos y multiplicados que se han hecho en todos los paises ensayos numerosos para mejorar su fabricacion. En Inglaterra se ha llegado á sostituir el carbon de piedra destilado al carbon de leña, y por este cambio se ha obtenido una

grande economía, sin que la cualidad de los productos haya sido alterada. Tambien se han intentado ensayos numerosos para sostituir la hulla al carbon de piedra destilado, y evitar los graves inconvenientes que se habian observado en esta materia combustible pero la fabricacion del hierro. El uso del aire caliente ha producido escelentes resultados y una economía notable en el consumo de combustible. En fin, se ha reconocido que en los altos-hornos puede emplearse la leña en lugar de carbon, y se obtiene así no solo una economía en jornales, puesto que no hay precision de convertir la leña en carbon, sino tambien muy grande en la cantidad de combustible.

Los usos del hierro son infinitos; es sin contradicion el mas precioso de los metales en razon de las inmensas ventajas que presta al hombre. En España es la produccion mineral que da mas utilidad sobre todo en las provincias vascongadas. Lo mismo sucede en Francia donde se emplean mas de doce mil trabajadores en su esplotacion y mas de cien mil en el trasporte de minerales y combustibles. El producto del hierro colado y y forjado en esta última nacion, se ha calculado en mas de 70 millones de francos.

El hierro forjado se estira en barras, en láminas ó hilos. El hierro en barras es dulce ó quebradizo segun las localidades de donde se saca y los minerales que le suministran. Así el hierro hidróxidado en granos contiene siempre cierta cantidad de ácido fosfórico que le hace mas ó menos ágrio y frágil. Hay ciertos usos para los que se debe preferir el uno ó el otro. El hierro en hojas ó láminas se emplea para hacer tubos y una multitud de utensilios. Revestido de una capa delgada de estaño, que forma una verdadera aligacion con el hierro, constituye la *hoja de lata* tan usada y útil para mil

utensilios domésticos. Finalmente, en hilos es el *alambre* ó *hilo* de hierro. Con este metal y la fundicion se prepara el *acero*, del que se distinguen tres especies: 1.ª el *acero natural*, que se hace con la fundicion blanca calentándola fuertemente con carbon; 2.ª el *acero fundido* preparado con virutas de hierro dulce que se hacen, fundir con carbonato de cal y arcilla cocida; 3.º el *acero de cementacion*, que se obtiene colocando pequeñas barras de hierro de algunas líneas de grosor en crisoles llenos de polvo de carbon, de modo que este les cubre en totalidad. El acero es un proto-carburo de hierro que adquiere una dureza escesiva por el temple.

En medicina, el hierro y sus preparados son muy importantes, pero no todos obran de la misma manera. Así unos son verdaderos tónicos, los otros mas bien astringentes; en fin hay algunos que obran como escitantes.

1.º *Preparaciones ferruginosas tónicas.* Aquí colocaremos las limaduras de hierro y de acero; el deutóxido de hierro ó etiope marcial; el tritóxido ó azafran de marte astringente; en fin, el subcarbonato de tritóxido y sus variedades, como el azafran de marte aperitivo, el agua de hierro, y las aguas minerales ferruginosas.

2.º Entre las *preparaciones del hierro astringentes* citaremos el sulfato y el tartrato de hierro y de potasa ó bolas de Nanci, que apenas se usan al interior.

3.º Las *preparaciones ferruginosas escitantes* son las flores marciales, mezcla de cloruro de hierro y de amoniaco, la tintura de marte tartarizada, disolucion de tartrato de hierro y de potasa concentrada á la que se añade una pequeña cantidad de alcohol, y en fin el vino calibeado, que se prepara con el vino blanco en el que se han dejado macerar limaduras de hierro. Casi todos estos preparados son productos del arte.

§. IV. Lo mismo sucedió con los preparados de co-

BALTO (*cobaltum*) que con los de manganeso, se sirvieron de ellos largo tiempo antes de conocerle. Los vidrieros le empleaban desde muchos siglos para colorar el vidrio de azul, cuando los químicos hicieron su análisis. El cobalto es un metal de color gris de plata, de testura granuda, fragil y que se reduce fácilmente á polvo, dificil de fundir, puesto que exige un calor de 130.° del pirómetro de Wedgwood, maleable en caliente, soluble con efervescencia en el ácido nítrico, de 8, 5 de peso específico y ligeramente magnético. El cobalto nunca se encuentra puro en la naturaleza, sino combinado con el oxígeno, el azufre y sobre todo con el arsénico y el ácido arsénico; y precisamente á causa de esta aligacion los mineros alemanes le dieron el nombre de *cobalto* que significa ser dañoso, porque al esplotarle se hallaban muchas veces incomodados por los vapores de arsénico que esparce el mineral. Los minerales de cobalto tienen por carácter distintivo colorar de azul el vidrio de borax, y en general todas las demas materias vidriosas. Este género abraza varias especies.

1.ª El *cobalto arsenical* ó *arseniuro de cobalto* es un mineral de color gris ó blanco de plata y lustre metálico en la fractura reciente, que se empaña prontamente al aire; es ágrio y frágil, de testura granuda, de 7, 7 de peso específico, y cristaliza en el sistema cúbico Calentado al soplete da un olor á ajo y colora de azul el vidrio de borax como los demas minerales de cobalto; su disolucion precipitá de color azul morado por los álcalis, y en verdoso por el hidrocianato ferrurado de potasa. Es un bi-arseniuro de cobalto compuesto de 66 de arsénico, 28 de cobalto y 6 de óxido de hierro y de manganeso. Se le encuentra bien cristalizado en cubo, en octaedro ó cubo-octaedro, bien en forma de dendritas ó fibroso; otras veces, está en masas mamelonadas ó enteramente amorfo

en los criaderos metalíferos de los terrenos primitivos, en Allemont en el Delfinado, en los valles de Luchon en los Pirineos, Sajonia, Hungría y en el valle de Gistau en Aragon. Tiene los mismos usos que los demas minerales de cobalto; pero por lo comun esta especie es la que sirve para la preparacion del óxido de cobalto. Su polvo negro se vende en el comercio con el nombre de polvo para matar moscas, porque puesto en el agua, el arsénico pasa en parte al estado de ácido arsenioso, y así este polvo es un violento veneno.

La 2.ª especie es el *cobalto axidado* ú *óxido negro* que está en pequeñas masas térreas, mamelonadas ó pulverulentas, de color negro azulado, que se ponen brillantes cuando se frotan con un cuerpo duro; este mineral es infusible al soplete, no esparce el olor de ajo y colora el vidrio de borax de un hermoso color azul. Es un tritóxido de cobalto, compuesto de 29 de oxígeno y de 71 de cobalto. Se encuentra sobre el cobre y cal carbonatadas y sobre el sulfato de barita en el Tirol y Sajonia; tambien existe en Pavias de Valencia y en el valle de Gistau en Aragon. Es muy apreciado para la fabricacion del esmalte azul, &c.

3.ª Sigue á esta especie la *cobaldina* ó *cobalto sulfurado*, sustancia rara de fractura granuda y desigual, de color gris de acero, fundible al soplete esparciendo un olor sulfuroso, pero no aliáceo, y que colora al borax de azul intenso. Es un tri-sulfuro de cobalto que tiene un poco de hierro y de cobre. Se le ha encontrado en Bastnaes cerca de Riddarytta, en Suecia.

4.ª El *cobalto gris*, *cobaltina* ó *sulfo-arseniuro de cobalto*, es una sustancia que está ya cristalizada, ya en masas de estructura laminar ó amorfas; cristaliza en el sistema cúbico, las mas veces en un dodecaedro pentagonal ó en un icosaedro; por la division

mecánica da un cubo; es bastante dura para dar chispas con el eslabon, y de 6,2 de peso específico; su color es gris de estaño y su lustre metálico. Se funde fácilmente al soplete dando muchos vapores arsenicales aliáceos; se disuelve en el ácido nítrico y su disolucion precipita en pardo rojizo por los álcalis. Su análisis ha dado los resultados siguientes, 20 de azufre, 44 de arsénico, 33 de cobalto y 3 de hierro.

El cobalto gris existe en Noruega, Suecia y en el dicho valle de Gistau en España. La mina de Tanaberg en Suecia es la mas célebre por el grosor y pureza de los cristales. Sirve para la preparacion del óxido de cobalto.

5.ª La *eritrina* ó *cobalto arseniatado hidratado* está en agujas ó en masas amorfas ó térreas, de color rojo morado ó de rosa. Su densidad es de 2,9 á 3, y cristaliza en un prisma rectangular oblicuo. Se funde al soplete esparciendo mucho vapor de agua y un olor á ajo muy marcado. El análisis del cobalto arseniatado de Allemont ha dado 40 de ácido arsénico, 20 de óxido de cobalto, 9 de óxido de hierro y 25 de agua. El cobalto arseniatado se encuentra en general en las localidades donde se halla el cobalto gris y el cobalto arsenical.

Todavía hay otras especies de que forma parte el cobalto, tales son *el cobalto arseniatado térreo argentífero*, y el *cobalto térreo rojo ó cobalto sulfatado*, mineral que se encuentra en la superficie de otros de cobalto, bajo la forma de una especie de barniz rojizo poco brillante, anacarado y soluble en el agua. Estas especies carecen de interés

El cobalto en el estado metálico no tiene uso alguno en las artes, y no se obtiene sino á fuerza de operaciones largas y dispendiosas. Wenzel ha sido el primero que ha reconocido que las agujas de cobalto gozaban de la propiedad de ser atraidas por el iman. Pero si el cobalto

metálico no ofrece interes, no sucede así en el óxido de cobalto, que molido y tamizado se llama *safra* y se emplea mucho en la pintura á causa del hermoso color azul que da á diferentes materias; mezclado este óxido con dos ó tres partes de arena fina bien pura constituye el *esmalte*. Este polvo suministra despues del ultramar, el mas hermoso color azul que se conoce, sobre todo para pintar al fresco y para dar color al vidrio con que se imita las falsas piedras preciosas; fundido el esmalte con potasa y una pequeña cantidad de ácido arsénico, se forma un vidrio, que reducido á polvo impalpable sirve para dar á los esmaltes, loza y porcelana el color azul mas intenso y puro. En cuanto al azul de Thenard, se prepara con el fosfato de cobalto obtenido por la doble descomposicion del sulfato de cobalto y del fosfato de sosa. Se toma una parte en volúmen de fosfato todavía hidratado, y ocho partes de alúmina igualmente hidratada; se mezclan, se desecan en la estufa, se calientan y se obtiene así un hermoso color azul, que reemplaza hoy dia al ultramar, y se emplea en la pintura al olio y á la aguada. Mezclado el óxido de cobalto con almidon hace una especie de engrudo azulado que da un tinte de este color á la ropa blanca, y disuelto en el agua regia forma una tinta simpática, cuyos caractéres trazados sobre el papel, son invisibles hasta que se aproxima al fuego; en este caso, por el contrario toman un hermoso color verde, pero lo que hay de singular es que se pueden hacer aparecer y desaparecer estos caractéres varias veces, aproximando ó alejando alternativamente el papel del fuego.

§. V. El NIQUEL (*niccolum*) es un metal poco importante á causa de su poca abundancia y de sus usos limitados. Jamas se encuentra en estado nativo, pues el que Haüy llama así es un niquel sulfurado. Comunmente se halla asociado al azufre, al arsénico ó al ácido

arsénico. El niquel metálico se distingue por un color gris blanco, intermedio entre el color de la plata y el del acero; su estructura es fibrosa y ganchosa; es dúctil, maleable y muy tenaz, de 8, 2 de densidad, cuando ha sido fundido y de 8, 6 el forjado. Como el hierro y el cobalto es magnético, pero en menor grado. El niquel descompone el agua al calor rojo; á una temperatura elevada absorve el oxígeno del aire y se convierte en óxido verde de aceituna.

Entre los diferentes minerales de niquel solo merecen atencion las tres especies siguientes.

1.ª Con el nombre de *niquel nativo*, *niquel sulfurado* ó *pirita capilar*, se conoce un sulfuro de niquel que presenta lustre metálico con un color verde amarillento, y se compone de pequeñas agujas frágiles que forman una especie de borlitas. El metal se reduce por el carbon despues de haber dado vapores sulfurosos y formada una frita metaloidea, que es atraida por el iman. El ácido nítrico ledisuelve y el amoniaco colora esta disolucion en morado. Se compone de niquel y 35 de azufre. Esta sustancia es bastante rara; se la encuentra en Sajonia y Bohemia, en las minas de cobalto y niquel arseniatados.

2.ª El *niquel arsenical*, *kupferniquel* ó *niquel arseniurado*, está constantemente en masas amorfas de lustre metálico y color amarillo rojizo; se empaña al aire, es frágil, de fractura áspera y desigual, de densidad de 6,6 á 7,6, y bastante duro para dar chispas con el eslabon. Calentado al soplete, esparce vapores aliáceos y da un glóbulo metálico blanco y frágil. Se disuelve en el ácido nítrico, y su disolucion, que es verde, precipita en verde por la potasa y la sosa; el precipitado es de óxido de niquel. Segun la análisis de Berthier, el niquel arsenical de Allemont contiene: 49 de arsénico, 8 de antimo-

nio, 40 de niquel, 2 de azufre, pequeña cantidad de cobalto y vestigios de hierro y manganeso. Esta especie se encuentra en las mismas localidades que la precedente y acompaña constantemente al cobalto arsenical en Allemont, en Suecia, Sajonia, &c. En España existe en el valle de Gistau, en Aragon, Ronda en Granada, y Poblet en Cataluña.

3.ª El *niquel arseniatado ú ocre de Kupferniquel*, es una sustancia generalmente pulverulenta de color verde, ó en ligeros filamentos agrupados; muy tierna y que da por la calcinacion agua y vapores arsenicales. Berthier ha encontrado en ella 37 de ácido arsenioso, 36 de óxido de niquel, 3 de óxido de cobalto y 24 de agua. Es uno de los minerales de niquel mas comunes, y se encuentra en todas las localidades donde hay minerales de niquel y cobalto.

La estraccion del niquel es una operacion larga y minuciosa, porque este metal está siempre mezclado con cobalto, arsénico, azufre, &c., y es difícil privarle completamente de estos cuerpos. Cuando se ha obtenido el óxido de niquel se le reduce por el carbon, ó por el gas hidrógeno. Hasta el presente el niquel se ha usado muy poco en las artes, pero combinándose con el cobre ú otros metales forma aligaciones que pueden tener grande aplicacion en las artes. Asi, la de niquel, cobre y zinc (*Packfong*) es muy usada en China y empieza á serlo en Europa. Con ella se hacen cubiertos, vasos, &c. que imitan muy bien á la plata. Aligando el niquel con el acero, se forma un acero damasquinado, llamado acero meteórico, susceptible de hermoso pulimento y que posee las cualidades de un acero superior. El niquel es poco oxidable al aire húmedo, y por eso se han servido de él con ventaja para hacer agujas de brújula sobre todo para largos viages. Finalmente,

pudiera emplearse en la pintura sobre porcelana.

§. VI. El COBRE (*cuprum*) trae su nombre del griego *cupris* (*Venus*) porque estaba consagrado á esta diosa, cuyo nombre le daban tambien los alquimistas. Se piensa que esta preferencia tenia por causa la abundancia de este metal en la isla de Chipre, donde Venus era especialmente reverenciada. De todos modos resulta que el cobre es uno de los metales mas antiguamente conocidos. Parece que lo fue antes que el hierro, porque los antiguos hicieron armas de cobre antes de fabricarlas de hierro. El bronce, que es una aligacion de cobre y estaño, se usa desde la mas remota antigüedad; y para los pueblos antiguos reemplazaba al hierro en la mayor parte de los casos en que este último metal se emplea hoy dia. El cobre tiene un color amarillo rojizo, es máleable, ductil, muy tenaz, desenvuelve por el frotamiento un olor particular nauseabundo y característico, pesa cuando está puro 8,8, y es susceptible de cristalizar en el sistema cúbico. Este metal es atacable por el aire húmedo, que le cubre de una materia verde pulverulenta llamada *cardenillo*, que es un subcarbonato mezclado con mucho óxido de cobre. Se funde á los 27.° del pirómetro de Wedgwood; cristaliza en pirámides cuadrangulares por el enfriamiento; se disuelve en casi todos los ácidos con los que forma sales mas ó menos coloradas de azul ó verde; y la potasa y la sosa producen en la disolucion de estas sales un precipitado gelatinoso azul de óxido de cobre hidratado. El amoniaco forma una sal doble de un hermoso color azul celeste, y una lámina de hierro sumergida en el líquido se cubre de una capa de cobre metálico. La especie de cobre son:

1.° El *cobre nativo* se halla cristalizado en cubos, pero con mas frecuencia en octaedros diversamente modificados. Muchas veces tambien está en dendritas, láminas ó

filamentos mas ó menos gruesos diversamente introducidos en la ganga, ó, en fin, en masas amorfas. Cerca de la ciudad de Bahia, en el Brasil, se ha encontrado una masa de cobre nativo que pesaba, segun se dice, 2,616 libras.

El cobre nativo acompaña generalmente á los demas minerales del mismo metal. Existe en los terrenos primitivos en filones ó en vetas. Los mas hermosos ejemplares vienen de Siberia, pero se encuentran en muchas localidades como en Rancagua de Chile, en el Perú y en España, en Linares, Colmenar Viejo, Baygorri, &c.

La 2.ª especie ó *cobre oxidulado*, *ziguelina*, *cobre rojo* ó *protóxido de cobre*, es una combinacion de 11 de oxígeno y 89 de cobre. El cobre rojo es vidrioso, cristaliza en el sistema cúbico, pesa 5,6 y tiene un color gris rojizo; su polvo es de color rojo sucio. Se reduce fácilmente al soplete sin desprendimiento de vapores sulfurosos, y se disuelve con efervescencia en el ácido nítrico, lo que le distingue del cinabrio ó sulfuro de mercurio que no se disuelve, y de la plata roja que se disuelve sin efervescencia.

Las principales variedades de este mineral son el primitivo en octaedro regular, el cúbico, el dodecaedro, el cubo octaedro, el capilar, filiforme, laminar &c., el macizo, térreo. Existe en pequeñas masas en la naturaleza y así en ninguna parte es objeto de grandes esplotaciones. Se encuentra en Chesi, cerca de Lyon, en Siberia y en España, en Linares.

3.ª El *cobre oxidado negro*, forma pequeñas masas ó barnices térreos, negros y granudos; es muy tierno y se funde en una escoria negra al soplete, dando un glóbulo de cobre al fuego de reduccion; es soluble en el ácido nítrico. Se compone de 80 de cobre y 20 de oxígeno. Se encuentra en casi todas las minas de cobre pero en muy pequeña can-

tidad. En Cachiyuyo en Chile hay una mina de cobre negro, otra en nuestra Señora del Cármen; en España se halla en Colmenar viejo, provincia de Guadalajara, y en Oyarzun, en Vizcaya.

4.ª El *cobre sulfurado* es ordinariamente compacto, pero puede estar cristalizado en un prisma hexaedro regular y sus derivados; algunas veces está bajo la forma de láminas ó pequeños conos escamosos espiciformes; en este caso se llama vulgarmente *plata en espigas*. Es bastante tierno y frágil, de un color gris oscuro ó azulado; el de su polvo es negro; se funde con hervor al soplete con olor de azufre y se reduce; con el borax da un vidrio de color verde azulado. Se compone de 20 de azufre y 80 de cobre en peso. Es un protosulfuro, y uno de los minerales mas ricos en cobre y por consiguiente, uno de aquellos cuya esplotacion presenta mas ventajas. Es comun en Inglaterra, en Cornuailles y en Siberia. Parece que tambien existe en Córdoba.

5.ª El *cobre piritoso* ó *pirita de cobre* (cobre y hierro proto-sulfurados) es sólido, ya cristalizado en octaedros de base cuadrada que pasan á tetraedros, ya en estalactitas, mamelones ó masas compactas; no maleable, bastante frágil, de un peso específico de 4,1, de color amarillo pálido de laton, dorado, bronceado, algunas veces con mezcla de colores irisados, ó pardo. El cobre piritoso se funde al soplete con desprendimiento de ácido sulfuroso. Las cantidades de hierro que contiene son bastante variables. Hay de 29 á 32 partes por 100, de 30 á 34 de cobre, y el resto de azufre.

El cobre piritoso forma filones y grandes capas en los terrenos secundarios. Está asociado con la barita sulfatada, el cuarzo, feldspato, &c. Esta especie es, sin ninguna duda, la mas comun de los minerales de cobre, pero no es la mas rica en este metal. En las na-

ciones estrangeras se esplota en diversas localidades. En España la hay en Riotinto, Teruel, Baygorri en Navarra, Colmenar Viejo, Oyarzun en Vizcaya, Aragon, &c.

6.ª El *cobre gris* se encuentra en masa en cristales derivados de un tetraedro regular, su fractura es áspera y brillante, su color gris de acero, su polvo negro un poco rojizo; y se electriza por el frotamiento. Se funde al soplete y da un boton metálico que se compone de cobre y de hierro. Este mineral ofrece la composicion del cobre piritoso, escepto algun otro principio variable, tal como el arsénico, el zinc, y el antimonio.

Beudant ha hecho de él dos especies; la una que llama *panabasia* es un sulfuro de cobre, antimonio, hierro, arsénico, zinc y plata; la segunda, á que da el nombre de *tenantita*, es un sulfuro de cobre, arsénico y hierro. Esta especie es de las mas comunes y de las que con mas frecuencia se esplotan para estraer el cobre.

Todavia se distingue el cobre gris platinífero de Guadalcanal, variedad en la que Vauquelin ha encontrado una cantidad notable de platina. El cobre gris se halla en Santa Maria de las Minas en los Vosgos, en Baygorri en los Pirineos occidentales, en Teruel y en algunos puntos de América.

7.ª El *cobre seleniado*, encontrado por Bercelius en la provincia de Esmolandia, en Suecia, se reconoce en su consistencia blanda que le permite aplastarse bajo del martillo, en el olor á rábanos que desprende por el calor, y en su color que es el de la plata nativa. Bercelius señala aun el cobre seleniado argentífero ó *encairita.*

8.ª Llamase *vitriolo* ó *caparrosa azul*, *cristales de Venus* ó *cobre sulfatado*, á un mineral de cobre que cristaliza en un prisma oblicuo de base de un paralelipí-

pedo oblicuángulo; pero apenas se encuentra en esta forma, por lo comun está en la de concreciones ó de polvo en los minerales de cobre á donde se ha formado á consecuencia de su descomposicion; pesa 2, y es soluble en el agua: la disolucion es azul, y se pone mas subida por la adicion de una pequeña cantidad de amoniaco. Calentado en un tubo pierde su agua y se pone blanco. Se compone de 32 de deutóxido de cobre, 32 de ácido sulfúrico y 36 de agua.

Casi siempre está mezclado con un poco de sulfato de hierro. Esta especie se ve particularmente en las minas de Riotinto.

9.ª La *atacamita ó cobre muriatado* está tan pronto bajo la forma de un polvo ó arena muy fina, como bajo la de agujas ó fibras, y de masas laminosas ó en cristales que son prismas rectos romboidales; su densidad es de 4,4, y tiene un hermoso color verde de esmeralda. Se funde y reduce al soplete colorando la llama de azul ó verde, se disuelve en el ácido nítrico sin efervescencia, y da agua por la calcinacion. Es la combinacion de 72, p. de óxido de cobre, 12 de ácido hidroclórico y 16 de agua. Esta especie parece ser una materia accidental en los demas criaderos de los minerales de cobre. Sin embargo, se encuentra en gran cantidad en el Perú, en Chile, en Remolinos, donde se emplea, despues de haberla pulverizado, como polvos para secar la tinta.

10. El *cobre fosfatado* se halla en pequeños nidos compactos, fibroso y cristalizado en octaedro; es bastante duro para rayar la cal carbonatada, pesa 3,8 y de color verde, muchas veces negruzco al esterior; se funde á la llama de una bela, se reduce al soplete sobre un carbon con carbonato de sosa obteniéndose un boton de cobre, y se disuelve sin efervescencia en el ácido nítrico. Se compone de 64 de deutóxido de cobre, de

29 de ácido fosfórico y 7 de agua; una variedad en mamelones, verde azulada, no contiene mas de 3,5 por 100 de agua; otra carece absolutamente de ella, pero las proporciones de óxido de cobre y de ácido son las mismas. Solo el cobre fosfatado de Rheinbreitbach contiene mas agua y menos ácido fosfórico.

Beudant hace una especie á parte de un subfosfato verde, que llama *ipoleima* y se ve cristalizado en prismas romboidales oblicuos.

11 El *cobre carbonatado* comprende dos sub-especies: la *malaquita* y el *cobre azul*. La malaquita ó cobre carbonatado verde es una sustancia opaca, de 3,5 de peso específico, y de un hermoso color verde mas ó menos subido; se funde al soplete y comunica al borax un bello color verde. Se disuelve fácilmente en el ácido nítrico con efervescencia con ayuda del calor, y da al amoniaco una hermosa tinta azulada pero lentamente, lo que la distingue del cobre muriatado.

Se conocen algunas variedades de cobre carbonatado verde; las principales son: la *malaquita cristalizada*, en prismas romboidales terminados por remates diedros; la *sedosa*, en agujas finas, delgadas, relucientes, sedosas, entrecruzadas ó radiadas, la *concrecionada*, en masas compactas, ondeadas y en capas paralelas; la *pulverulenta*, vulgarmente llamada *verde de montaña*, ya en masas térreas y pulverulentas, ya en eflorescencia en la superficie de otros minerales de cobre.

Esta hermosa especie acompaña á las demas del mismo metal, y muchas veces es el resultado de su descomposicion espontánea. Los pedazos mas grandes de malaquita vienen en general de los montes Urales en Siberia. En España tenemos la variedad sedosa en Teruel y Benasque en Aragon ó en Hinojosa de Córdoba, y la compacta en Molina de Aragon. Algunas piedras verdes llamadas

turquesas y que se tallan para hacer joyas, son segun Richard ó dientes fósiles colorados por la malaquita.

Con el nombre de *cobre carbonatado azulado*, *cobre azul*, *azul de montaña y piedra de Armenia*, se conoce una sustancia en cristales derivados de un prisma romboidal oblicuo, laminosa, acicular, granuda ó en masa; es bastante fragil, de peso específico 3,5 á 3,7, muy brillante y como vidriosa y de bello color azul de añil. Segun Bercelius, es una combinacion de hidrato de cobre y bicarbonato de cobre, y se compone de 70 de óxido de cobre, 24 de ácido carbónico y 6 de agua. Rara vez es muy abundante, y tapiza por lo comun las paredes de los filones que contienen otros minerales de cobre ó forma masas esferoidales en Chesy, cerca de Lyon, en Francia. Térreo existe en Molina de Aragon y fibroso ó radiado en el mismo punto, y ademas en Galapagar, Linares, Lacreu y Pavias en el reino de Valencia, en Ataun en Guipuzcoa, y en algunos parages de América.

La malaquita y el cobre azul bien compactos pueden recibir un buen pulimento. Con ellos se hacen vasos, cajas, adornos y pequeños objetos de un precio muy alto.

12. El *cobre dioptasa* es un bello mineral cristalizado en prismas hexaedros terminados por apuntamientos de tres caras; de 3,3 de densidad, trasluciente y de hermoso color verde de esmeralda y polvo verde claro. Es insoluble en el ácido nítrico en el que conserva su color, al soplete toma el de castaña y da un grano de cobre por la adicion del borax. Es un silicato de cobre hidratado. Hasta ahora solo se ha hallado en las llanuras de Kirgis, en la Bucaria China.

Tambien hay otro silicato de cobre hidratado que se encuentra en concrecion ó compacto, fragil, de color verde azulado y soluble en el ácido nítrico en el que pierde el color. A este mineral se ha llamado *cobre resinoso*.

13. La última especie es el *cobre arseniatado*, bajo cuyo nombre se han confundido por largo tiempo otras muchas cuya composicion no es perfectamente idéntica. Beudant les ha distinguido unas de otras y ha hecho cuatro especies diferentes á saber.

1.ª La *erinita*, ó cobre arseniatado romboédrico, cobre micáceo, compuesto de 34 de ácido arsénico, 59 de óxido de cobre y 5 de agua.

2.ª La *liroconita*, ó cobre arseniatado en octaedro obtuso, compuesto de 14 de ácido arsénico, 49 de deutóxido de cobre y 35 de agua.

3.ª La *olivenita*, ó cobre de color aceituna ó arseniatado prismático recto, cobre arseniatado en octaedro agudo, compuesto de 40 de ácido arsénico, 60 de deutóxido y algo de agua.

4.ª La *afanesa*, ó cobre arseniatado prismático, triangular, compuesto de 54 de deutóxido de cobre, 30 de ácido arsénico y 16 de agua.

Sin embargo, estas especies presentan algunos caractéres comunes que pueden servir para distinguirlas. Su color general es el verde y verde azulado en todas sus graduaciones; son solubles sin efervescencia en el ácido nítrico; calentadas al soplete, se funden esparciendo vapores de olor á ajo y se reducen. Esta especie es comun en Cornuailles.

Para estraer el cobre apenas se esplotan en grande otros minerales que la pirita, el cobre nativo, los óxidos y los carbonatos de cobre; pero sobre todo el primero. Para obtener el cobre de las piritas deben tostarse un gran número de veces para desprender la mayor parte del azufre, se funden en seguida y resultan unas masas compuestas de cobre y de hierro sulfurados fundidos, pardas y frágiles. Se machacan y tuestan de nuevo, despues se funden varias veces, y las esco-

rias que han tenido cuidado de quitar, han arrastrado una gran parte de azufre y de hierro. Así se obtiene el cobre negro que se compone ordinariamente nueve décimas de cobre. Entonces se pasa á refinarle. Para esto se hace fundir en un horno de reverbero cuyo suelo cóncavo está cubierto de una mezcla de arcilla y carbon. Cuando el cobre está fundido se quitan las escorias que contienen el hierro oxidado y el azufre, y la operacion está terminada. Se vacia el cobre en pequeñas concavidades donde se fija y forma unas especies de tortas cubiertas de asperezas que es lo que se llama *cobre de roseta.*

Si el mineral piritoso contiene poco cobre, se le tuesta, despues se le lava para disolver los sulfatos de hierro y de cobre que se han formado; se sumerjen en estos líquidos planchas de hierro ó hierro viejo que descomponen el sulfato de cobre, y el cobre metálico se deposita sobre el hierro en capas porosas y cubiertas de asperezas. Se llama cobre de *cementacion* el que se obtiene por este procedimiento.

Si el cobre contiene plata en gran cantidad se saca esta por copelacion. Si las masas que despues de la primera fundicion resultan son menos ricas, se funden con plomo y se forman como gruesas barras cilíndricas que se colocan luego verticalmente en un horno que se calienta gradualmente. Como el plomo es mucho mas fundible que el cobre, se derrite el primero, llevándose consigo toda la plata, y el cobre queda bajo la forma de una masa porosa. Se copela en seguida el plomo. Este procedimiento se conoce con el nombre de *licuacion.*

Cuando el cobre es *aurífero* se le trata por la amalgamacion. El mercurio se apodera del oro, y luego el primero se destila.

Si los usos del hierro son numerosos, no es menos importante el cobre para las artes y economía doméstica. Este metal es despues del hierro del que el hombre saca mas partido y el que mas emplea para sus necesidades. Puro, sirve para hacer vasijas y utensilios de cocina aunque como se oxida fácilmente mejor seria desterrarle de este uso, pues el estañado no basta para corregir sus inconvenientes. Sirve tambien para hacer tubos, baños, calderas, forrar los navíos, y construir varios instrumentos de las artes. Como se une con bastante facilidad con otros metales cuya dureza y sonoridad aumenta, se forman aligaciones cuyos usos son muy diversos; unido al oro y á la plata les da mas consistencia para fabricar joyas y monedas; combinado con el zinc, forma el *laton* y *similor* con los que se hacen los instrumentos de física, las ruedas de los relojes, alfileres y varios objetos de adorno; aligado con el estaño, constituye el *bronce* del que se hacen estátuas, monedas, cañones, campanas, tantanes chinos, espejos de telescopio, &c. Con el cobre, niquel y zinc se forma el *packfong* ó cobre blanco de la China que tiene el color blanco argentino, y es susceptible de un hermoso pulimento. Disuelto por el ácido sulfúrico, da la caparrosa azul artificial, que se emplea para teñir las plumas de los plumeros. Con el ácido acético ó vinagre radical forma una sal de color verde, con la que se pintan las puertas, ventanas, celosías, &c.

Las preparaciones de cobre son en general muy venenosas. Así el cardenillo natural (subcarbonato mezclado con hidróxido de cobre) es un veneno violento, cuya naturaleza demuestran bien los accidentes que se manifiestan cuando se deja formar en los utensilios de cocina. Todas las demas preparaciones cobreosas obran de la misma manera. El mejor medio que se debe emplear para remediar á estos accidentes es administrar

agua albuminosa en gran cantidad; tambien es muy útil provocar los vómitos. Apenas tienen uso los preparados del cobre á no ser esteriormente en colirio, como escarótico y detersivo.

§. VII. El URANIO ó *urano* (*uranum*) así llamado por Klaproth del nombre del planeta Urano, ha sido descubierto por este sabio químico en 1787. No se encuentra en la naturaleza sino combinado con el oxígeno y los ácidos fosfórico ó sulfúrico. Reducido al estado de pureza por los medios químicos, el uranio cristaliza en pequeños granos octaédricos regulares, con lustre metálico y un color gris oscuro ó pardo rojizo ligeramente en sus bordes.

Los minerales de uranio se conocen con bastante facilidad. Por el soplete coloran el vidrio de borax de amarillo oscuro á la llama de oxidacion, y en verde sucio al fuego de reduccion. Su disolucion en el ácido nítrico es ligeramente amarillenta. Los álcalis forman en ella un precipitado amarillo, y el hidrocianato ferrurado de potasa otro de color rojo de sangre. Las especies de este género se reducen al óxido, fosfato, sulfato y carbonato de uranio.

El uranio *oxidulado* ó *negro*, es de un aspecto apenas metaloideo que tiene alguna semejanza con la pez negra, de donde le viene el nombre de blenda pícea (*pech-blende*) que le han dado los mineralogistas alemanes. Es bastante duro y sin embargo frágil, de fractura concoidea y desigual; su densidad es de 6, 5. Ordinariamente está en masas reniformes, mamelonadas, de estructura algunas veces laminar sobre todo en un sentido. Es un bi-óxido de uranio compuesto de 94 de este metal y 6 de oxígeno. Este mineral apenas se encuentra si no en los terrenos primitivos, y sobre todo en los minerales de plata y de plomo, en Sajonia y en Bohemia.

El *hidróxido* de *uranio* ú *ocre de urano* es un tritó-

xido que contiene agua. Está en polvo ó en masas amarillentas en las mismas localidades que la especie precedente.

El *uranio fosfatado* ó *uranita*, por otro nombre *uranio amarillo micaceo* ó *mica verde*, se encuentra diversamente cristalizado, llegándose por la division mecánica á un prisma recto de base cuadrada, ó no cristalizado, y entonces es *laminiforme* ó *flabeliforme*, es decir en pequeñas láminas dispuestas en abanico, ó *amorfo* y *térreo*. Es tierno, frágil, de 2, 1 de densidad á 3, 1, trasluciente, de color amarillo citrino, verdoso y aun verde esmeralda, de lustre vivo y aperlado. Esta especie contiene siempre cal, cobre y agua. La variedad verde y la amarilla se diferencian algo en su composicion. La primera da la siguiente: 59 de ácido de uranio, 15 de ácido fosfórico y 21 de cal y agua. El uranio verde, que debe su color al cobre, contiene: 60 de óxido de uranio, 16 de ácido fosfórico, 8 de óxido de cobre y 15 de agua. El uranio fosfatado es propio de los terrenos primitivos, y se encuentra en los filones de granito, cerca de Limoges. En Colmenar Viejo á algunas leguas de Madrid se halla el uranio verde.

Aunque no tan interesantes como las especies precedentes merecen mencionarse las que siguen.

El *uranio sulfatado*, que está en cristales aciculares de color verde de yerba, traslucientes y solubles en el agua; y el *uranio carbonatado*, en pequeñas masas cristalinas de color amarillo de limon que tira un poco al amarillo de azufre, opacas, tiernas y solubles con efervescencia en los ácidos.

El uranio se obtiene fácilmente en el estado metálico, descomponiendo su óxido por el hidrógeno al calor rojo. Bercelius le ha estraido del oxalato neutro de uranio calentado en un vaso cerrado. El metal y sus preparados no tienen usos.

§. VIII. Solo hace unos dos siglos que se ha empezado á emplear el ZINC (*zincùm*) en Europa, y pocos mas que se conoce, aunque los antiguos se sirvieron mucho del laton. Durante este largo tiempo, su uso se limitó á suministrarnos este compuesto, despues se trabajaba el que se traia de las Indias y del Japon, hasta que al fin del último siglo Margraaf y Cronstedt nos dieron á conocer los minerales de zinc. Este metal jamas se encuentra en el estado nativo, constantemente está combinado en la naturaleza con el oxígeno, el azufre ó ciertos ácidos, particularmente el carbónico y el sulfúrico.

Purificado por las operaciones metalúrgicas el zinc es blanco agrisado, ligeramente azulado, brillante en una fractura reciente, pero que pierde rápidamente su brillo y se pone empañado, de una testura laminar, maleable y ligeramente ductil, de 6, 19 de densidad, y mas duro que el estaño y el plomo. Calentado en vasos cerrados se funde antes de llegar al calor rojo, y se volatiliza completamente; al contacto del aire arde con una llama tan viva que la vista no puede resistir, se oxida fácilmente, y da copos blancos y ligeros que estan formados por su óxido, y que se designan con los nombres de *pomfolix* ó *flores de zinc*, &c. Otra propiedad peculiar de este metal es que á medida que se calienta se hace mucho mas frágil; lo que es al reves de los demas metales, que por el contrario, con el aumento de la temperatura, adquieren mayor ductilidad. De esta particularidad se ha sacado partido para reducir el zinc á polvo. Se combina con algunos ácidos y forma sales que tienen la propiedad notable de precipitar en blanco por todos los reactivos indicados en los caractéres químicos.

Este género abraza las especies siguientes.

1.ª El *zinc oxidado rojo ú óxido de zinc manganesiado*, está en masas amorfas, de estructura granuda ó la-

minar y como micacea; es frágil, aunque bastante duro, y de peso específico de 5,4; su color es rojo moreno ó casi negro, el lustre muy vivo en la fractura reciente pero que se empaña al aire, y el polvo amarillento. No se funde al soplete sin adicion y colora el vidrio de borax de amarillo.

Berthier ha encontrado la composicion siguiente: 88 de óxido de zinc y 12 de óxido de manganeso. Esta especie no se ha hallado mas que en la América del Norte.

2.ª La *blenda ó zinc sulfurado* es una sustancia sólida, cristalizada generalmente en dodecaedros de planos romboidales, tetraedros y octaedros regulares, &c., ó laminar, radiada, en concrecion y compacta; bastante tierna, que da fácilmente la forma primitiva que es un romboedro obtuso, y de una densidad de 4. El color es gris negruzco, pardo rojizo, ó casi amarillo, el lustre brillante, muchas veces trasparente y de refraccion simple. Cuando está cristalizada, sobre todo en las variedades de color amarillo, se hace con frecuencia fosforescente por el frotamiento de las barbas de una pluma. En razon de su color se distinguen tres variedades principales la *negra*, *la parda* ó *rojiza* y la *amarilla*.

La blenda existe en abundancia en los terrenos primitivos y en los de sedimento. Es bastante comun en Francia y no menos en España, pues poseemos todas sus variedades; la negra en Oyarzun en la mina de Gastelú, la parda en el mismo parage y en Zerein; y la amarilla en Oñate y en Arnedillo en la Rioja.

3.ª El *vitriolo blanco ó zinc sulfatado* es bastante raro en la naturaleza y parece provenir, como la mayor parte de los sulfatos metálicos, de la descomposicion de los sulfuros. Está en agujas ó en polvo blanco, ó cons-

tituye estalactitas de estructura fibrosa y de un sabor estíptico. Obtenido por cristalizacion está en prismas cuadrangulares terminados por pirámides de cuatro caras. Es muy soluble, se hincha al fuego, y se compone de 28 de óxido, 22 de ácido sulfúrico y 50 de agua. Se encuentra en el departamento de Aveiron, en Idria en Carniola, y sobre todo en Goslas de donde procede la mayor parte del que se emplea en las artes y medicina. Tambien es probable que exista en nuestras minas de blenda.

4.ª El *zinc carbonatado ó espato calaminar* es la verdadera *calamina*. Se asemeja mucho al zinc siliciatado pero se diferencia en que hace efervescencia con los ácidos y no forma jalea. Puede estar cristalizado, siendo su forma primitiva un romboedro obtuso, tambien es laminoso, acicular y compacto; su densidad es de 3,5 á 4,3, de color por lo comun blanco y opaco, pero el color puede variar, pues á veces es pardo, amarillo ó azul. Se compone de 65 de óxido de zinc y 35 de ácido carbónico. Este mineral forma algunas veces estalactitas ó concreciones en las minas de zinc ó de plomo, ó bien constituye capas en los terrenos de transicion. La calamina comun se encuentra en Alcaraz, en la Mancha.

5.ª El *zinc siliciatado*, que tambien se llama *calamina ó piedra calaminar*, es una sustancia que generalmente está en masas compactas, térreas, en concrecion, laminosas ó cristalizadas muchas veces en tablas derivadas de un octaedro regular; es bastante tierna, de un peso específico de 3,3 á 3,5, blanca y en algunos casos un poco amarillenta. Los cristales son naturalmente eléctricos, aun al calor ordinario de la atmósfera, y fosforescentes por frotamiento. Al fuego del soplete el zinc siliciatado decrepita y blanquea sin fundirse; pero el carácter que le distingue de todos los minerales de zinc es que se disuelve sin efervescencia ó con una

muy ligera en los ácidos en frio, con los que forma una jalea debida á la sílice que contiene. Es un silicato de zinc hidratado en el que la cantidad de agua parece muy variable. La calamina de Limburgo contiene 25 de sílice, 66 de óxido de zinc, y 9 de agua. Acompaña en general al carbonato de zinc, y se encuentra en los terrenos primitivos, y en casi toda la serie de los terrenos secundarios, en Inglaterra, Sajonia y Brisgau. Este mineral se esplota para obtener el zinc metálico.

Las especies que con mas frecuencia se esplotan son el zinc siliciatado, carbonatado y sulfurado. Para estraer el metal se empieza por tostarlas y calcinarlas, luego se reducen á polvo y se mezclan con carbon molido; la mezcla se introduce en unos cilindros de hierro colado ó de tierra colocados oblicuamente en un horno; la estremidad inferior está cerrada, la superior comunica con otros tubos de la misma naturaleza dispuestos oblicuamente en otra direccion. A medida que el zinc se revivifica, se volatiliza y se recibe en los tubos superiores en los que se solidifica. Se funde de nuevo, y se vacia en planchas en moldes de granito.

Como las propiedades del zinc son parecidas á las del plomo y estaño, tiene unos usos análogos; así, es un metal muy útil. Reducido á planchas sirv e para cubrir los edificios, y tiene sobre el plomo la ventaja de ser menos pesado. Tambien se hacen tubos y canales para la conduccion de las aguas, baños, &c. Pero no es á propósito para utensilios de cocina, porque tienen el grave inconveniente de ser atacados por los ácidos que existen ó se forman en los alimentos, por las preparaciones que se les dan; y las sales de zinc son todas mas ó menos venenosas. El zinc en plancha sirve tambien para la construccion de la

pila de Volta, y en polvo para los fuegos artificiales. En efecto, á la combustion de este metal por el nitro son debidas las hermosas llamas cuya blancura y luz viva nos admiran en esta especie de espectáculos. Aligado con el cobre, constituye el *laton* con el que se fabrican una multitud de instrumentos de todas especies, que tienen la ventaja sobre los de cobre, ademas de su mejor color, de no ser tan alterables al aire. El zinc es pues el objeto de un estenso comercio, y la química y la medicina sacan de él un partido inmenso. En primer lugar el óxido de zinc es un antiespasmódico enérgico á la dosis de 6 y 8 granos y aun mas. La tucia, que es un óxido agrisado é impuro, se emplea como astringente en los colirios líquidos y secos. El sulfato de zinc es muy astringente y se usa al esterior en los colirios resolutivos, y se ha dado algunas veces como emético. En fin, los pintores se sirven de esta última preparacion para hacer los aceites secantes. Tambien se usa para la fabricacion del blanco ú óxido de zinc que puede reemplazar con ventaja al albayalde en la pintura al olio.

§. IX. El CADMIO (*cadmium*) es un metal bastante raro que solo se encuentra en ciertos minerales, y sobre todo en los sulfuros de zinc, en los que está tambien en estado de sulfuro. Ha sido descubierto en 1818 por Hermann en las flores de zinc, pero Stræmeyer es el que le ha dado á conocer en todas sus combinaciones.

El cadmio se parece mucho al estaño; en efecto, es de color blanco, brillante, con una ligera tinta azulada, puede adquirir un buen pulimento, y es inalterable al aire seco; bastante blando para poder ser cortado con un cuchillo, de testura compacta y fractura ganchosa, ductil y maleable. Cuando ha sido fundido cristaliza fácilmente en octaedro, y como el antimonio, se cubre

de impresiones en forma de hojas de helecho. Su densidad es 8,6, se funde antes de llegar al calor rojo, y se volatiliza con un olor marcado; calentado al contacto del aire, absorve el oxígeno y se convierte en un óxido de color amarillo pardusco. Este óxido se combina fácilmente con los ácidos para formar sales generalmente sin color, de un sabor acerbo metálico y solubles en el agua. Los álcalis precipitan el óxido hidratado que es de color blanco; el precipitado no es soluble en un esceso de álcali. Cuando una calamina contiene cadmio, y se pone sobre un carbon al fuego de reduccion, se rodea de un círculo amarillo rojizo.

El sulfuro de cadmio artificial que se prepara calentando azufre con el óxido de cadmio ó precipitándole de una disolucion salina por el ácido hidrosulfúrico, presenta un color amarillo naranjado muy hermoso y muy fijo que se mezcla muy fácilmente con los demas colores sin alterarse. Así en el dia es bastante usado en la pintura. Se prepara en Alemania y Paris.

§. X. El ESTAÑO (*stannum*) era conocido de los antiguos con el nombre de plomo blanco, espresion falsa sin duda porque el estaño no puede ser plomo pero que da una idea bastante exacta de este metal. Nunca se encuentra puro en la naturaleza, sino en el estado de óxido y en el de sulfuro. Solo por las operaciones metalúrgicas podemos obtener el estaño metálico. El metal así obtenido es de color blanco de plata, brillante, un poco mas duro que el plomo, maleable, ductil, pero poco tenaz y muy flexible cuando se le dobla; en cuyo caso produce un pequeño ruido que se llama *crujido* del estaño. Cuando se le frota ó se le tiene algun tiempo en la mano desarrolla un olor desagradable. Se funde á la temperatura de 228.° y es muy volatil. Si se eleva mucho la temperatura se oxida quemándose.

El estaño que ha sido fundido, cristaliza en romboedros por enfriamiento. El jaspeado metálico es el resultado de la cristalizacion del estaño sobre la hoja de lata. Como existen dos óxidos de estaño hay protosales y deutosales de este metal. Estas sales, obran con los reactivos como hemos dicho al tratar de los caractéres químicos.

El número de las especies de estaño es muy corto, pues se reducen al óxido y al sulfuro.

El *estaño oxidado*, tiene por forma primitiva un octaedro de base cuadrada, pero las dominantes son el dodecaedro y el dioctaedro; tambien pueden presentarse los cristales con hemitropia, ó ser sublaminar, estalactítico, que por parecerse en ciertos casos á la madera se ha llamado *estaño leñoso*, en concrecion, ó en granos; de todos modos es bastante duro para dar chispas con el eslabon, su fractura es áspera y desigual, y la densidad de 6,9; su color es pardo mas ó menos subido ó casi negro, vidrioso, muy brillante y algunas veces cuando cristalizado casi diáfano; calentado al soplete se funde dificilmente, no puede reducirse sino con dificultad, y da al vidrio de borax una tinta blanca lechosa. Consta de 21 de óxigeno y 79 de estaño. Esta especie se encuentra en los terrenos primitivos. Es comun en la India en Banca y Malaca, en Bohemia, en Sajonia y sobre todo en el condado de Cornuailles, en Francia es muy raro, pero en España no lo es tanto, pues existen varias minas de esta especie en Monterey y otros parages de Galicia.

El *estaño sulfurado*, *pirita de estaño* ú *oro musivo nativo*, es sólido, bastante frágil, de fractura desigual y laminosa, se reduce á un polvo negro y tiene color gris de acero ó amarillo-verdoso como el bronce; su densidad es de 4, 35. Al soplete se funde y da un olor sulfuroso, en seguida se obtiene al fuego de reduccion una escoria negra y al fuego de oxidacion un polvo blanco. Tra-

tado por el ácido nítrico forma un deposito blanco; el líquido es azulado. Esta sustancia es un triple sulfuro de cobre, estaño y hierro en proporciones variables: cobre de 30 á 36, estaño de 26 á 34, hierro de 3 á 12 y azufre de 25 á 30. Todavía no se le ha encontrado mas que en Inglaterra en un granito y en una mina de cobre piritoso en Cornuailles.

El tratamiento metalúrgico del estaño consiste en desembarazar al mineral de su ganga y reducirle á pasta con la que se forman panes. Cuando el óxido de estaño está mezclado con sulfuro de hierro ó de cobre, debe preliminarmente haber sido tostado y despues fundido con carbon en un horno de reverbero. El estaño que se obtiene así, no es bastante puro para el uso de las artes, y es necesario fundirle de nuevo con carbon de leña ó de piedra.

Los usos del estaño son muy importantes. Unido con una pequeña cantidad de cobre, que le da mas dúreza, sirve para fabricar vajilla, vasos, cubiertos y otros utensilios. Se emplea para estañar el cobre que sin esto se cubriria de cardenillo, para fabricar la hoja de lata y amalgamado con el mercurio en el azogado de los espejos; en fin, forma con diferentes metales aligaciones muy usadas, como el bronce. Tantos usos harian al estaño inapreciable si tuviese un poco mas de consistencia, y si conservase por mas tiempo su brillo, pero por desgracia los objetos que con él se hacen estan sujetos á abollarse, perder su forma y sobre todo su lustre natural. Las disoluciones de las sales de estaño se emplean en la tintorería para avivar ciertos colores de púrpura dados con la cochinilla. En medicina el estaño metálico se ha considerado como un antihelmíntico.

§. XI. El BISMUTO (*bismutum*) que solo ha sido conocido por los mineralogistas desde el siglo XV se encuentra, al contrario de los demas metales ya descritos, con

mas frecuencia en el estado nativo que en el de combinacion, por consiguiente ha sido muy fácil reconocer sus propiedades. Sin embargo, tambien se halla combinado con el oxígeno ó el azufre.

El *bismuto nativo* es de color blanco amarillento, con reflejos ligeramente morados, de una testura laminosa; frágil, no maleable, ni ductil, su densidad es de 9,8; la forma primitiva es un octaedro regular. Algunas veces está en dendritas, y existe una variedad romboidal. Se funde á la simple llama de una bela, pero para fundirse en masa exige un calor de 247.°; se disuelve con efervescencia en el ácido nítrico y comunica al borax una ligera tinta verdosa. A alta temperatura es completamente volátil. Las sales de bismuto dan con los reactivos precipitados que las distinguen (véanse *caractéres químicos*).

El bismuto fundido cristaliza muy fácilmente en una especie de láminas reentrantes, dispuestas en cubos y un poco escavadas en tremias. Cuando está fundido en masa, su superficie no se cubre como la del antimonio de vestigios de cristales en forma de hojas de helecho. El bismuto se encuentra en Sajonia, Suecia, &c., pero es un metal poco abundante en la naturaleza.

El *bismuto oxidado ó flor de bismuto* se halla en las minas de bismuto nativo, ya en estado pulverulento, ya en el de masas amorfas. Es deleznable, de color verde amarillento y se reduce facilmente al soplete. El bismuto que se obtiene por este medio le distingue de algunos minerales de cobre con los que se pudiera confundir.

El *bismuto sulfurado* está en masas de testura granuda ó escamosa, y mas rara vez en agujas, es bastante tierno y de color gris de plomo con una tinta ligeramente amarillo-rojiza.

Se le distingue, 1.° del bismuto nativo, por el olor sulfuroso que esparce cuando se le calienta al soplete, y porque no hace efervescencia con el ácido nítrico; 2.° del antimonio sulfurado, porque no es completamente volatil al soplete; 3.° del sulfuro de plomo, porque se funde á la llama de una bela. Se compone de 60 de bismuto y 40 de azufre. La grande cantidad de azufre que contiene hace que se reduzca dificilmente sin adicion. Se le ha encontrado en Sajonia, Suecia Bohemia, &c.

Los minerales de bismuto nativo son los que particularmente se esplotan para estraer este metal. Basta fundirles en grandes crisoles para obtener el metal; pero si el bismuto está unido al cobalto lo que sucede las mas veces, se funde el mineral en tubos de hierro ligeramente inclinados. Como el bismuto se derrite mas facilmente que el cobalto, corre por la parte declive del tubo á medida que se liquida, y es recibido en cápsulas de hierro. Si el bismuto contiene arsénico, basta calentarle para volatilizar este último.

Los usos del bismuto son varios, y aunque de una importancia secundaria, puede decirse que es muy empleado en las artes; unido en corta cantidad al estaño, da á este último mas dureza, sin perjudicar á su brillo; aligado con el mismo metal y el plomo, forma varias aligaciones muy fusibles; tales como la de Darcet y otras para tomar la impresion de las medallas, &c. El bismuto puede reemplazar al estaño en el azogado de los espejos. Su disolucion en el ácido nítrico da una tinta simpática que el hidrógeno sulfurado hace visible, y entra en la preparacion de una pomada para teñir el pelo de negro. En medicina no se usa mas que el subnitrato de bismuto, conocido con los nombres de *óxido, magisterio de bismuto, blanco de afeite.* &c. Es un an-

tiespasmódico énergico, muy útil, particularmente en los gastralgías ó dolores nerviosos del estómago.

§. XII. Los antiguos confundian el PLOMO (*plumbum*) con el estaño; los epitetos de negro y blanco eran los únicos con que les distinguian. Le habian consagrado á Saturno, nombre que le han dado tambien algunas veces los alquimistas, y nosotros decimos todavía *estracto, de Saturno* para designar la combinacion artificial de este metal con el ácido acético ó vinagre, que es muy usada en medicina. En la naturaleza se halla en varios estados: nativo, en estado de óxido, de sulfuro y combinado con varios ácidos.

1.ª El plomo es conocido de todo el mundo por un metal gris azulado, bastante brillante en su fractura reciente ó raya, pero que se empaña rápidamente, maleable, ductil pero poco tenaz. Es bastante denso pues que pesa 11,3, pero no es sonoro ni elástico. Se funde antes de enrojecerse y solo se volatiliza á alta temperatura. Calentado al contacto del aire se oxida fácilmente; fundido cristaliza en octaedros.

El plomo puede combinarse con los ácidos y formar sales, que la mayor parte son insolubles. Estas sales se reconocerán por tener un sabor estíptico y dulzaino, y dar con los reactivos los resultados ya descritos. (Véase *caractéres químicos*).

El plomo nativo es muy raro en la naturaleza; jamas se le ha encontrado sino en granos ó en pequeñas masas, y las mas veces en lavas, en el Vesubio, Madera, &c.

2.ª Con el nombre de *plomo oxidado rojo* ó de *minio nativo* se conoce un mineral pulverulento, rojizo, rara vez laminoso, fácilmente reducible sobre las ascuas, y que tiene ademas los caractéres generales de los minerales de plomo. Se compone de 10 de oxígeno y 90 de plomo.

Se le ha encontrado en algunas minas de plomo en Siberia, Inglaterra y Westfalia.

3.ª La *galena ó plomo sulfurado*, es el mineral de plomo mas comun y mas abundante. Tiene el aspecto metálico, el color y lustre del plomo, pero no se empaña al aire. Cristaliza fácilmente en cubo ó en octaedro, su testura es laminosa, rara vez granuda ó compacta y por la division mecánica se obtiene con la mayor facilidad la forma cúbica. Se funde fácilmente al soplete, desprendiendo olor sulfuroso y se reduce á plomo metálico; si continúa el fuego se forma una eflorescencia, primero amarillenta de protóxido de plomo, despues roja de deutóxido ó minio. La galena se compone de 83 á 85 de plomo y de 15 á 17 de azufre. Muchas veces la galena contiene otros metales y particularmente plata, y entonces el color es un gris claro ceniciento, y tizna mas que la galena; cuando la plata está en cantidad suficiente para que su producto compense los gastos, se beneficia la galena como mina de plata. Mas rara vez contiene oro, arsénico, antimonio, &c.

El sulfuro de plomo se encuentra con frecuencia muy bien cristalizado en cubo, en octaedro, ó en cubo octaedro; y de testura laminar, granuda ó compacta.

La galena forma filones ó masas en los terrenos primitivos y secundarios. Este mineral es muy comun en todas partes, pero particularmente en España se puede decir que es el que mas abunda despues del hierro, pues tenemos galena cristalizada y compacta en Oyarzun en Vizcaya, en Linares, en toda la sierra de Gador en el reino de Granada, Sierra Almagrera, Sierra Nevada, Colmenar Viejo, y en una multitud de localidades que fuera prolijo enumerar.

Este mineral es el que se beneficia casi esclusiva-

mente para estraer el plomo. Reducido á polvo bajo el nombre de alcohol, sirve para dar el barniz al vidriado ordinario.

4.ª El *plomo sulfatado ó vitriolo nativo de plomo*, es una sustancia que se encuentra en pequeñas masas, en mamelones, compacta, térrea y cristalizada por lo comun en un octaedro de base rectangular aunque su forma primitiva es un prisma recto romboidal; es vidriosa, trasparente, muy brillante, sin color, blanquecina ó amarillenta, frágil, de fractura concoidea, rayada por la barita sulfatada, y de peso específico de 6,2 á 6,3. Al soplete se funde aunque no fácilmente cuando se añade polvo de carbon. No hace efervescencia en el ácido nítrico. Esta especie parece componerse de 71 de plomo oxidado, 25 de ácido sulfúrico, 3 de agua y 1 de hierro. Se encuentra particularmente en Alemania, Inglatera y en Linares en España, pero en pequeña cantidad, ya en cristales aislados, ya en venas ó en costras en los minerales de galena. En este mismo Linares se ha encontrado un mineral azul compuesto de 5 de carbonato de plomo y cobre, y 95 de sulfato de plomo.

5.ª El *plomo muriatado ó plomo córneo* cristaliza en prismas cuadrados diversamente modificados; es de fractura laminosa, de division mecánica fácil, pesa 4,7 y tiene un color blanco ó blanco amarillento, es trasluciente y de lustre diamantino. Al soplete se funde fácilmente y da un vidrio primero amarillo y luego rojizo, reducible por la adicion de un carbonato de sosa y en parte soluble con efervescencia; si se añade en seguida mucha agua y se hace hervir, todo se disuelve á escepcion de la pequeña porcion de ganga. Se compone de 26 de carbonato de plomo, 9 de cloro, 57

de óxido de plomo, 6 de carbonato del mismo metal y un poco de sílice y agua.

Este mineral se ha encontrado en algunas minas de plomo de Inglaterra, en el pais de Baden y en Sout hampton en el Massachusset.

6.ª Aunque al *plomo fosfatado ó piromorfita* se da el nombre de *plomo verde*, no siempre es así. En efecto le hay sin color, pardusco, amarillo y de hermoso verde de esmeralda; pero cualquiera que sea su color, el de su polvo es siempre gris. Tiene el aspecto y la fractura vidriosa pero el lustre graso; pesa 7, y es un poco mas duro que el plomo carbonatado, y sin embargo se deja rayar fácilmente. Se funde al soplete aunque no se reduce sin la adicion de un poco de potasa, carbon ó de ácido bórico; tampoco hace efervescencia con los ácidos. Está formado de óxido de plomo, de ácido fosfórico y constantemente de una pequeña cantidad de ácido hidroclórico. Una variedad de color amarillo ligeramente verdoso que se encuentra entre otras en las minas de Baden-Willer en Alemania, contiene siempre ácido arsénico.

El plomo fosfatado cristaliza en diferentes formas derivadas de la primitiva, que es un romboedro obtuso, pero por lo comun está en prismas hexaédros regulares. Se encuentra tambien en agujas, en mamelones, y aun algunas veces pulverulento. Esta especie acompaña á otros minerales de plomo. Suele hallarse en Bretaña. En España la hay en Vizcaya y en Linares, cerca de Baeza, en el reino de Jaen.

7.ª Llámase *plomo blanco, espático ó cerusa*, al plomo carbonatado que se encuentra las mas veces ya cristalizado en octaedro, dodecaedro y otros derivados de un prisma recto romboidal, ya bacilar ó en concrecion,

ó bien litoideo y como térreo. Es vidrioso, sin color cuando está bien puro, estremamente brillante; pero muchas veces es mas ó menos opaco, conservando sin embargo su testura vidriosa; su peso específico es de 6 á 6,7. Se funde fácilmente al soplete y se reduce á plomo metálico, y se disuelve en el ácido nítrico puro ó dilatado con efervescencia. Es un compuesto de 82 de deutóxido de plomo, 16 de ácido carbónico y 2 de agua. El carbonato de plomo se encuentra en varias minas de Bretaña y Langüedoc en Francia, y en otros paises como Chile. En España se halla en Oyarzun y en Linares.

8.ª El *plomo arseniatado* se presenta en masas filamentosas, aciculares, radiadas y algunas veces compactas, fáciles de pulverizar, que pesan 5, y tienen un color amarillo pálido que tira muchas veces un poco á verde; al soplete sobre un carbon se reduce, dando vapores arsenicales. Las proporciones de óxidos de arsénico, plomo y hierro y de agua varian. Se halla en algunos parages de Francia y de Siberia, en Andalucía y en Linares.

9.ª El *plomo cromatado* se conoce tambien con el nombre de *plomo rojo*, porque tiene un hermoso color rojo naranjado muy diferente de el del cromato de plomo artificial, que es amarillo de limon claro. Por lo demas es brillante, vidrioso, ordinariamente trasparente, de testura compacta, muy tierno, de fractura áspera y de 6 de peso específico. Su forma primitiva es un prisma romboidal oblicuo. Decrepita al fuego del soplete, se oscurece en color, despues se funde y se reduce si se añade carbon ó potasa. Colora el vidrio de borax en verde, lo que es muy notable á causa de su propio color; pero esta coloracion es debida al óxido de cromo que se ha formado por la descomposicion del ácido crómico. Se compone de 64 de óxido de plomo y 36 de ácido crómico.

Esta especie presenta un gran número de formas cristalinas que todas son mas ó menos complicadas, algunas veces está en hojas, laminillas ó gruesas agujas. El plomo cromatado viene principalmente de los alrededores de Beresoff en Siberia donde se halla en un cuarzo ferruginoso.

10. El plomo *molibdatado* ó *plomo amarillo* es una sustancia que se encuentra frecuentemente cristalizada, pues está unas veces bajo la forma de un prisma y otras en la de octaedros modificados; la primitiva es un prisma recto de base cuadrada; frágil, tierna pero menos que el plomo rojo, y pesa 5 á 5,8. Su color es amarillo, ya claro y puro, ya mas ó menos sucio ó pardusco. Por la accion del soplete decrepita y se reduce en parte, por el fosfato de sosa y de amoniaco forma un vidrio de un matiz verde ó casi negro; por la sosa y disuelto en seguida en el agua, produce un precipitado blanco de ácido molíbdico que se pone azulado si se le coloca sobre una lámina de zinc, porque pasa á ácido molibdoso. Este mineral se ha encontrado formado por 65 de óxido de plomo, 34 de ácido molíbdico y 1 de hierro y sílice. El plomo molibdatado viene sobre todo de Carintia en Austria. Tambien se le ha hallado cerca de Allemont.

Independientemente de las especies indicadas el plomo se encuentra en el estado de tungstato, vanadiato, aluminato (*plomo goma*) &c. pero estos minerales son sumamente raros y sin importancia, y aun de todos los demas solo el sulfuro ó la galena constituye masas considerables, que sean el objeto de grandes esplotaciones.

Para estraer el metal se machaca el mineral, se le lava para quitarle la ganga, y se forma con él una especie de pasta. Mezclando con esta un poco de arcilla se hacen una especie de panes que se dejan secar. Estos pa-

nes son en seguida amontonados y tostados debajo de cobertizos ó en hornos de reverbero : por esta última operacion se obtiene en seguida una pequeña cantidad de plomo metálico. Se funde de nuevo el producto así tostado y oxidado en un horno curvo , añadiendo algunas veces escorias de hierro y se obtiene el plomo casi puro. Cuando este plomo contiene bastante plata (0,0007 á 0,0008) se estrae por la refinacion ó copelacion. Por este procedimiento se obtiene á la vez la plata pura , y litargirio ó protóxido de plomo fundido.

Se ve que los procedimientos por los que se estrae el plomo de la galena son bastante variables. Así unos se contentan con tostar el mineral en hornos apropiados y en seguida fundirlo, desprendiéndose durante la primera operacion ácido sulfuroso y formándose óxido y sulfato de plomo, nuevos compuestos que tienen la propiedad de descomponer el sulfuro y el metal; y otros descomponen la galena, preliminarmente tostada, por el hierro ó mejor todavía por el óxido de hierro. Las gangas que acompañan á la galena sirven tambien de fundentes , que muchas veces ayudan á la reduccion del metal.

Los usos del plomo son muchos ; pero como se altera fácilmente al aire no se puede emplear en la construccion de ningun objeto delicado. En compensacion es muy útil para fabricar tubos, para forrar arcas y depósitos de agua , tapizar las cámaras para la preparacion del ácido sulfúrico, cubrir los tejados, &c. Tambien sirve para hacer balas, postas y perdigones. El plomo que da la Europa al año se ha valuado en 700,000 quintales. La Inglaterra y la España suministran 300,000 , la Francia solo concurre con 10,000.

Los óxidos naturales ó artificiales de plomo , el masicot, el litargirio y sobre todo el minio entran en la composicion del cristal, dan al vidrio mayor fusibilidad,

aumentan su trasparencia, su fuerza de refraccion, &c. El subcarbonato de plomo artificial ó albayalde se emplea en las artes y particularmente en la pintura, pero es preciso gran cuidado al prepararle, porque la absorcion de sus moléculas produce esta cruel enfermedad llamada cólico *saturnino* ó de los pintores.

En medicina el litargirio hace parte de los emplastos sólidos. El albayalde se usa en las escoriaciones de la piel. Los acetatos de plomo, sólido y líquido, se emplean en particular al esterior como astringente y repercusivo, y al interior el primero contra los sudores de los tísicos en cortas cantidades, porque todos los preparados del plomo son venenosos.

§. XII. El MERCURIO *ó azogue* (*hidrargyrum*) es un metal de color blanco de plata, líquido á la temperatura ordinaria de la atmósfera, particularidad todavia mas notable porque es el mas pesado (13,2) de todos los minerales conocidos, á escepcion del tungsteno, del oro y de la platina. Su fluidez es tal que pasa á través de los poros de una gamuza y que la menor impresion le pone en movimiento; sin embargo, á pesar de todo se ha logrado solidificarle, esponiéndole á un frio de 40 bajo 0. Así solidificado se hace ductil, se aplasta bajo el golpe del martillo como el hierro, el cobre, &c. Por el contrario á una temperatura poco elevada (23.°) se volatiliza. El mercurio se disuelve en el ácido nítrico del que descompone una parte para absorver el óxigeno y pasar al estado de protóxido. Calentado al contacto del aire, absorve el óxigeno y pasa al estado de deutóxido rojo. Las sales de mercurio son fáciles de reconocer, pues que una lámina de cobre que se introduce en su disolucion se cubre de mercurio metálico. Los precipitados que da con los reactivos de que se ha hecho mencion al hablar de los caractéres químicos resolveran cualquiera duda que pudiera quedar.

El mercurio ha sido uno de los metales que los alquimistas de la edad media sometian continuamente á sus esperimentos, para llegar al descubrimiento de la piedra filosofal. El color y el brillo de que estaba dotado, les hacia esperar que seria fácil convertirle en plata. Pero sino pudieron conseguir su fin, á lo menos hicieron descubrimientos preciosos para las artes y las ciencias. El mercurio existe en la naturaleza puro ó combinado. En el primer caso está en pequeños globulos muy brillantes que se filtran á través de los sútiles poros de la tierra, y vienen algunas veces á la superficie del suelo á formar como fuentes ó manantiales de este metal; por lo comun existe puro en pequeña cantidad en todos los minerales de mercurio y sobre todo en los de cinabrio. Tambien se le ha encontrado diseminado en algunos hidróxidos de hierro. Se halla en las minas de Idria en Carniola, en Almaden, Almadenejos, en los contornos de Lima y otros parages de América.

La segunda especie de este género es el *mercurio argental* ó *amálgama nativa de plata*, sustancia sólida de color blanco de plata, de fractura concoidea, bastante frágil que cristaliza en octaedro ó en dodecaedro, ó bajo la forma de láminas mas ó menos delgadas. Su peso específico es de 14,12. Segun la análisis de Cordier, contiene esta especie, 64 de mercurio y 36 de plata. Se ha encontrado en las minas de azogue que están atravesadas por filones de plata en Moschel-Landsberg, Hungría, &c.

Pero de todas las especies ninguna es tan abundante y comun como el *cinabrio* ó *mercurio sulfurado*. Es sólido, de un hermoso color rojo de cochinilla (*cinabrio claro*) ó mas oscuro y como parduzco (*cinabrio oscuro*), unas veces en agujas, otras compacto y aun pulverulento; en este ultimo caso to-

ma los nombres de *vermellon natural* ó *flores* de *cinabrio.*

Cuando está cristalizado, es semitrasparente; su gravedad específica varia mucho; cuando es puro, pesa 10,2. El cinabrio es enteramente volátil por la accion del soplete. Arde con una llama azul y esparce un olor sulfuroso; si se le calienta con cal ó hierro, el mercurio metálico se volatiliza. Aunque este sulfuro pudiera confundirse con el minio y el deutóxido del mercurio, se le distinguirá facilmente porque es completamente volátil por el calor, al paso que los otros dos no lo son, y el calor los descompone.

El cinabrio se encuentra en Idria, en Carniola; en el Perú, Chile, &c. En España le hay en el Almaden, Lacreu, Teruel y se dice que en Asturias. Pero de todas estas minas ninguna iguala á la de nuestro Almaden, que puede decirse es la única siempre abundantísima, aunque desde tiempos muy remotos ha sido beneficiada.

Existe una variedad llamada mercurio sulfurado bituminífero. El cinabrio es el mineral de donde se estrae el mercurio metálico.

El *mercurio córneo ó muriatado*, se halla bajo la forma de pequeñas costras superficiales, muy rara vez en masas ó diseminado, compuesto de cristales estremamente pequeños, ya cúbicos ya prismáticos, de fractura laminosa, tiernos, que pesan 6,5, traslucientes, de color blanco agrisado mas ó menos subido, y algunas veces amarillentos y bastante brillantes. Este mineral es enteramente insoluble y volátil por el calor; fácilmente descomponible y que da mercurio metálico cuando se le calienta con la sosa. Esta sustancia solo existe en corta cantidad en las minas de mercurio, con especialidad en Almadenejos.

El sulfuro de mercurio ó cinabrio es casi el único mineral que se beneficia para obtener este metal. El ci-

nabrio fue conocido y usado por los Romanos que le estraian del Almaden, y se servian de él en la pintura. No se halla mas que en los terrenos secundarios y principalmente en sus capas inferiores, entre el gres rojo y la caliza penea. Muchas veces acompaña al hierro, plomo y zinc igualmente sulfurados. Las minas principales de mercurio son las del Almaden, Idria, Perú y Colombia.

La estraccion del mercurio es sumamente sencilla, pues consiste en destilar el cinabrio con cal ó hierro viejo en grandes retortas y en recibir el mercurio que se volatiliza en un recipiente lleno de agua. Pero en el dia y sobre todo en el Almaden se emplean los hornos inventados por D. Juan Alonso Bustamante. La forma de estos hornos es parecida á los de cal, solo que tienen una chimenea que está en la pared anterior para que la llama que sigue al humo se esparza igualmente por toda la superficie de la bóveda. En lo mas bajo del horno se ponen las piedras mas pobres ó de menos mineral, sobre ellas se colocan las mas ricas, y sobre estas las barreduras y ripio formando tortas y amasándolas con agua. La parte superior del horno se cubre con tierra y se dejan ocho agujeros de medio pie de diámetro, sobre los cuales se ponen ocho filas de arcaduces muy bien pegados y calafateados unos con otros, que descansan sobre un terrado un poco inclinado, y van á parar á una cámara que hay al cabo de ellos y es donde se recoge el azogue. El calor que penetra el mineral cuando se enciende el horno hace volatilizar el azufre y el mercurio que pasan á los arcaduces; el azufre penetra la materia de que estos se componen y la greda con que estan calafateados, mientras el mercurio se condensa, se enfria en los caños y cae en las tinas. En Idria el método es casi igual, solo que en lugar de arcaduces hay varias cámaras en las

que el mercurio se condensa, y va por una reguera á parar á una cuba de pórfido.

El mercurio tiene usos tan variados como importantes. Puro, se emplea en física y química en la construccion de termómetros, barómetros y cubas hidrárgiro-neumáticas; y unido con el estaño, para azogar los espejos. En razon de su afinidad con el oro y la plata es muy usado para estraerlos por amalgamacion y para dorar y platear, estendiendo la amálgama sobre la superficie metálica, que se calienta despues para que el mercurio se volatilice y no quede mas que una ténue capa de oro ó de plata. El cinabrio artificial reducido á polvo fino, se emplea en la pintura con el nombre de *vermellon*; y los polvoristas componen con el mercurio, ácido nítrico y alcohol, una pólvora fulminante con la que se hacen los cebos de escopeta de piston. En medicina, en fin, se usa el mercurio y sus diversos preparados, particularmente sus dos cloruros, sus ioduros, el cianuro, el nitrato, acetato, sulfuro, &c., con especialidad en la sifilis, siempre á cortas dósis, pues todos son escesivamente venenosos.

§. XIV. La PLATA (*argentum*) fue conocida desde la mas remota antigüedad, ó á lo ménos no tenemos noticia de la época de su descubrimiento. Los Griegos la dieron su nombre que viene de *argos* (blanco) porque la plata es en efecto el mas blanco de todos los metales. Su blancura cuyo brillo se ha comparado al de la luna, la hizo consagrar á Diana, y fue igualmente causa de que los alquimistas la designasen con este nombre.

La plata puede presentarse naturalmente en diferentes estados: nativa, aligada con otros minerales y sobre todo con el antimonio; combinada con el azufre y antimonio, ó con el cloro; en fin, en el estado de carbonato.

1.ª La *plata nativa* se conoce pues por su color blanco argentino y ser maleable, ductil, tenaz, bastante tierna para poder ser atacada fácilmente por la hoja de un cuchillo. Cristaliza en el sistema cúbico, pesa 10, 4, y da cuando es percutida un sonido que la es propio y se llama *argentino.* La plata es inalterable al aire, sometida á la accion del calórico en vasos cerrados, se funde y volatiliza. El ácido nítrico en frio y el ácido sulfúrico en caliente la disuelven despues de haberla oxidado. La potasa y la sosa producen en esta disolucion un precipitado verde de oliva que es el óxido de plata. Una lámina de cobre precipita la plata metálica. En fin, el cloro, el ácido hidroclórico forman un precipitado blanco cuajado, insoluble en el agua, que se ennegrece al aire.

La plata nativa está algunas veces perfectamente cristalizada en cubos, en octaedros ó cubo-octaedros; muchas veces en forma de dendritas ramosas que imitan bastante bien la de las hojas de helecho, ó de filamentos delgados y entrecruzados. Este metal se encuentra en filones ó en masas en las pizarras de los terrenos primitivos, y es por el contrario escesivamente raro en los terrenos volcánicos, al paso que como veremos muy pronto el oro es muy comun. La plata nativa es mas abundante que en otras partes en el Perú, Méjico y otros parages de América. En España se halla en las minas de Guadalcanal, en las que con diversas figuras está dentro de la masa del arsénico nativo, y en Cazalla, provincia de Sevilla, con arsénico nativo y plata arsenical.

2.ª La *plata antimonial* es una aligacion de plata y antimonio. Es de color blanco ligeramente amarillento, de fractura laminosa, no maleable, lo que la distingue inmediatamente de la plata nativa. Comunmente está en prismas de seis lados profundamente estriados. Se funde con bastante facilidad al soplete dando un humo blan-

co de óxido de antimonio. Contiene de 76 á 84 por 100 de plata y de 16 á 24 de antimonio. Se encuentra en el Perú, Suábia y España.

3ª. La *plata sulfurada* ó *plata vidriosa* es una sustancia de color gris de plomo, maleable, bastante blanda para ser cortada con la hoja de un cuchillo que desprende pequeñas laminitas flexibles; se funde con facilidad aun á la llama de una bela y da un boton de plata metálica. Se compone de 85 de plata y 15 de azufre. Cristaliza en el sistema del cubo y en sus derivados, como el octaedro, dodecaedro, &c., y algunas veces está en forma de dendritas, de filamentos ó de mamelones. Este es uno de los minerales de plata que con mas frecuencia se benefician. Se encuentra en los terrenos primitivos en Noruega, en Freyberg en Sajonia, en Suábia, Siberia y en varios parages de América.

4.ª Se ha dado el nombre de *plata roja* á la plata antimoniada y sulfurada; especie que cristaliza con grande facilidad en romboedros, prismas hexaedros, &c. Es vidriosa, semitrasparente, rojiza, frágil y se deja fácilmente cortar con un cuchillo, que desprende un polvo rojizo. Su peso específico es 5, 5. Espuesta al fuego del soplete, esta especie se reduce muy fácilmente, arde con llama azulada, esparce un humo blanco de óxido de antimonio, y un olor á azufre y muchas veces á ajo, á causa de un poco de arsénico que contiene.

La plata roja tiene alguna semejanza con ciertas sustancias de las que es facil distinguirla. Así el sulfuro de mercurio y el rejalgar son enteramente volátiles al soplete, el cobre oxidado rojo hace efervescencia con el ácido nítrico y comunica al amoniaco un hermoso color azul. La análisis de esta especie da los resultados siguientes: 58 de plata, 23 de antimonio, 16 de azufre y 3 de pérdida.

Sus principales variedades son la dodecaédrica, la prismática, la botrioidal, la maciza y en granos. Esta especie acompaña á los demas minerales de plata; así es que se la ve en Freyberg en Sajonia, en Santa María de las minas en los Vosgos y en Guadalcanal en España.

5.ª La *plata negra* ó *antimoniada sulfurada negra* se parece mucho á la roja; pero su polvo es negro. Unas veces es cristalizada, vidriosa y frágil, y otras está en masas amorfas y como térreas. Calentada al soplete da fácilmente un boton metálico de plata. Se encuentra en la mayor parte de las minas de plata de Alemania.

6.ª La *plata córnea*, *cloruro de plata* ó *plata muriatada*, se halla en pequeñas masas compactas, formando películas ó costras, ó cristalizada en pequeños cristales cúbicos ú octaédricos. Es escesivamente maleable y blanda como la cera cuando está pura. Su color es gris de perla que pasa muchas veces á amarillento, verdoso, morado y aun negruzco cuando ha estado largo tiempo espuesto al contacto del aire. Su composicion es muy complicada pues contiene 68 de plata, 21 de ácido muriático, 6 de óxido de hierro, 2 de alúmina y una corta cantidad de ácido sulfúrico; el resto es de pérdida. Existe en Sajonia, en Siberia, en el Perú, Chile, Méjico y otros parages de América donde es muy comun.

7.ª La plata *carbonatada* tiene un color gris de hierro poco brillante, es bastante tierna, y de ningun modo cristalizada; se reduce fácilmente al soplete y hace efervescencia con el ácido nítrico. La análisis de Selb ha dado las proporciones siguientes: 62 de plata, 12 de ácido carbónico y 16 de carbonato de antimonio y vestigios de óxido de cobre. No se ha encontrado mas que amorfa en la mina de Venceslao cerca de Altwolfach. Es muy rara.

No menos rara que la precedente son la *plata arsenical*, *seleniada*, *telurada y íodurada*, sustancias que solo se hallan en cortísima cantidad, en paises remotos y que ninguna aplicacion tienen.

Las minas de plata son comunes en casi en todo el globo, pero las mejores son las de América. El Perú contiene mas de setecientas, y Méjico es tambien muy rico, pues estas suministran casi toda la cantidad de plata que todos los años entra en el comercio. La montaña del Potosí en el Perú es sobre todo famosa por la riqueza de los filones de plata que contenia en otro tiempo. En Europa la mas rica es la de Konsberg en Noruega, en la que se han encontrado pedazos ó masas de plata de un valor estraordinario, y mas si se citan dos, uno de 120 libras y otro, si no hay exageracion ó error de 400 quintales ó cuarenta mil libras. Las minas de Guadalcanal en España fueron en otro tiempo muy ricas. Pero no debe darse solo el nombre de minas de plata á los minerales en que este metal en estado nativo ó de combinacion es la parte dominante como en las especies arriba descritas, sino á todos aquellos en que la plata se encuentra en cantidad bastante notable para que su producto compense los gastos de su estraccion. Asi las minas de galena y de piritas argentíferas pueden beneficiarse como minas de plata, cuando contienen de 7 á 8 diez milésimas de metal. Tales son las que actualmente se esplotan en el barranco Jaroso de Sierra Almagrera, tituladas del *Cármen* y de la *observacion*, en las que hay mucha plata, particularmente en la última que da 21 onzas de este metal y 60 por 100 de plomo, y todavía se va purificando mas el filon.

Los minerales de plata que se esplotan mas comunmente, son la plata nativa, el sulfuro de plata, la plata roja, el cloruro de plata, en fin, las galenas y

las piritas argentíferas. Pero el sulfuro es el mas abundante.

Los minerales de plata se tratan por dos métodos: por imbibicion ó por amalgamacion.

El primero consiste en hacer fundir en un horno de refinar, partes iguales de plomo y de plata privada cuanto sea posible de su ganga; se copela en seguida esta masa y se separa completamente el plomo de la plata. La operacion de la copelacion está fundada en la facilidad con que el plomo se convierte en óxido por la accion del calor, al paso que la plata inalterable se separa de él. Este primer procedimiento solo se emplea en los minerales muy ricos.

En cuanto al método por amalgamacion inventado por los Españoles hácia el año 1566, para beneficiar los minerales pobres que de otro modo no compensarian los gastos, no se hace otra cosa que tratar por el mercurio los minerales de plata convenientemente tostados y mezclados con sulfato de hierro. El azogue goza de la propiedad de formar con la plata una aligacion fundible á la temperatura ordinaria. Esta aligacion separada de las partes estrañas que contenia el mineral, se somete en seguida á la destilacion. El mercurio se volatiliza y se obtiene plata metálica. Ya no queda mas que hacer que fundir y refinar este metal para obtenerle en toda su pureza.

Cuando la plata está diseminada en pequeña cantidad con sulfuros, se empieza por fundirla con hierro sulfurado, y se obtienen entonces unas masas que contienen todos los sulfuros metálicos. Las escorias encierran el hierro oxidado, las gangas, &c. Se tuestan muchas veces estas masas para desprender el azufre, y luego se tratan por el plomo y la copelacion.

Los usos de la plata son estremamente variados; el

principal es servir para la fabricacion de moneda, vajilla, cubiertos, joyas, &c.; en cuyo caso se la mezcla un noveno ó décimo de cobre para darla la consistencia necesaria. Su ductilidad la hace susceptible de ser reducida á panes y láminas muy delgadas con las que se cubren diferentes objetos á los que se quiere dar grande apariencia, sin aumentar mucho su valor; pero como es mas alterable que el oro se emplea menos que él con este fin.

La medicina usa frecuentemente el nitrato de plata fundido ó piedra infernal como caústico, para reprimir las carnes fungosas de las heridas ó úlceras, y para apresurar la cicatrizacion de estas últimas. Interiormente se administra el mismo nitrato cristalizado en cortísima cantidad contra la epilepsia, lo que requiere mucha prudencia y precaucion.

§. XV. El ORO (*aurum*) parece haber sido conocido y usado por los pueblos mas antiguos. Admirados estos de las propiedades preciosas de este metal, le consideraron como el rey de los metales y le dieron el nombre de *aurum* del latin *aura* (el aire ó Júpiter); y los alquimistas, comparando su hermoso color amarillo con el del astro del dia le llamaron *sol*. El oro solo se encuentra en la naturaleza en el estado nativo, ó simplemente unido ó aligado con otros metales y particularmente con la plata y el telurio, pero jamas está mineralizado por algunos de los cuerpos simples electro-resinosos, ni en el estado de sal. Por consiguiente, su descripcion mineralógica es muy sencilla.

El oro nativo es de un hermoso color amarillo característico, algunas veces mas pálido y aun verdoso. Estas diferencias provienen de su mezcla con la plata ó con algun metal. Es en estremo maleable y ductil, muy tenaz, bastante blando, de una testura compacta, sin indicio de

estructura divisible, y susceptible del mas bello pulimento. Cuando está puro, es 19,3 veces mas pesado que el agua. Estas propiedades y la de poderse fundir sin grandes dificultades al soplete le hacen estimar; pero una de las mas preciosas es su inalterabilidad, pues el aire ni el agua no tienen accion sobre él y entre los ácidos, solo el agua regia le ataca y disuelve. Así para distinguirle de todos los demas minerales del mismo color, basta someterle á la prueba del agua fuerte, esta no mancha el oro y sí todas las demas sustancias. El cloruro de estaño produce en la disolucion del oro, en el agua regia un precipitado purpúreo designado con el nombre de púrpura de Casio que es una mezcla de oro metálico y óxido de estaño.

El oro nativo presenta muchas variedades; ya está en cristalitos cúbicos ó derivados del sistema del cubo, en forma de dendritas mas ó menos ramificadas, en hojuelas mas ó menos estendidas en medio de su ganga, ó en granos mas ó menos voluminosos á los que se da el nombre de *pepitas*, ya en fin en pajillas menudas y ligeras.

El oro es quizas, despues del hierro, la sustancia metálica mas universalmente repartida en la superficie del globo. En efecto, apenas hay pais que no tenga oro, pero siempre en corta cantidad. El oro se encuentra en los terrenos primitivos, en los de transicion y en terrenos evidentemente de orígen ígneo como los trapps y las traquitas. Rara vez constituye por si mismo filones, y las mas veces está bajo la forma de hojuelas, crístales ó pequeñas masas diseminadas. En muchas localidades, el oro está mezclado accidentalmente con otros minerales metalíferos y entonces está en partículas diseminadas é invisibles, ya en la ganga ya en el mineral mismo. Pero aunque sea corta la cantidad del me-

tal que existe en estos minerales se saca constantemente siempre que su producto compensa los gastos de su estraccion. En ciertas minas de Alemania en que el oro apenas forma la cinco millonésima parte en peso del mineral en que se encuentra, se puede sin embargo esplotar con ventaja. Los minerales que acompañan las mas veces al oro, son el hierro y el cobre piritoso, la blenda ó sulfuro de zinc y el hierro arsenical. El oro no se ha visto en los terrenos verdaderamente de sedimento, pero es muy frecuente en los terrenos de acarreo antiguos, donde está diseminado en forma de pajitas, en arenas las mas veces ferruginosas, ya en la madre de los rios de todas las partes del mundo, ya en las llanuras formadas de terrenos movedizos, de donde son en seguida llevados al lecho de los rios. Por largo tiempo se ha creido que estas pajillas de oro, acarreadas por tan grande número de rios, habian sido arrancadas por las aguas de los filones ó masas metálicas que existen en el seno de la tierra ó de las montañas, de donde estas aguas traen orígen. Pero en el dia se sabe que no es así, porque con frecuencia el oro es mas abundante en las partes bajas del rio que mas cerca de su nacimiento, y se ha observado muchas veces que la cantidad aumentaba cuando habia llovido mucho en las llanuras que estos rios atraviesan. Este oro suministrado por los terrenos de aluvion, es mas puro que el oro que proviene de rocas ó filones. Casi todo el que se vierte en el comercio procede del lavado de los terrenos auríferos.

La Europa tiene un gran número de minas de oro, pero su producto es incomparablemente menor que el de las minas del nuevo continente. En Francia y España puede decirse que no se beneficia alguna, sin embargo

de que en nuestro pais parece que los antiguos sacaron mucho oro. Segun Bowles hay una mina de granos de este metal á dos leguas de Guadarrama, enfrente del pueblo, hácia San Ildefonso en un valle profundo, en un cuarzo ferruginoso. En Galicia se encuentran tambien granos de oro, en colinas arenosas, causando maravilla los trabajos prodigiosos que emprendieron los Romanos para juntar las arenas, lavarlas y sacar el oro. En los mas de los rios de España se hallan pajas de oro, mezcladas con sus arenas y particularmente en el rio Darro ó Dauro en Granada con granos de hierro magnético y cuarzo, y lo mismo sucede en los ángulos entrantes de casi todos los rios del mundo, cerca ó al salir de las montañas. Pero puede decirse que en Europa solo en las minas de Hungría y de Transilvania se beneficia con ventaja, sobre todo en las minas de Kœnisberg y de Vorospatak. Su producto se ha calculado en 1300 libras al año.

El África suministra una gran cantidad de oro en polvo, que forma todavía uno de los principales ramos del comercio de los habitantes del interior de este vasto continente. Las localidades mas célebres por la cantidad de oro que se saca de ellas son el Kardofan entre el Darfur y la Abisinia, el Sur del gran desierto de Zahara y el pais de Bambuc.

Sin embargo la mayor parte del oro viene de América, y sobre todo de la América meridional. El Perú, la Colombia, Méjico y Chile, suministran mucho, sin embargo, menos que el Brasil. En casi todas las provincias de este vasto imperio existen lavaderos de oro. Pero las que contienen mas son las de San Pablo y Minas Geraes. El Brasil solo, produce hoy dia mas de 14,000 libras de oro fino por año.

Cuando el oro se obtiene lavándole, no ha menester ningun otro tratamiento metalúrgico, puesto que es

en general de grande pureza y basta fundirle en barras. Pero el oro nativo diseminado en una ganga debe ser primero molido, despues lavado á grande corriente para separarle de la ganga y luego someterle á las operaciones metalúrgicas. Cuando el oro, como con frecuencia sucede sobre todo en Europa, está mezclado con diferentes sulfuros de hierro, cobre, plata y plomo de que es preciso desembarazarle, se emplean dos métodos: la fundicion ó la amalgamacion.

En la *fundicion*, los sulfuros auríferos despues de haber sido privados de sus gangas deben tostarse diferentes veces con el objeto de espeler el azufre que contienen, y de oxidar los metales mezclados con el oro. Cuando se han obtenido de este modo masas tan privadas de azufre como es posible se funden con plomo y se someten á la copelacion. Esta operacion que se emplea para separar el oro y la plata de los demas metales, está fundada en que estas dos sustancias no pueden oxidarse por la accion del calor, al paso que las otras se oxidan. Para esto se coloca la mezcla de plomo y la materia contenida en un horno de reverbero. El suelo debe estar formado de una capa de cenizas bien lejiviadas, dispuestas en copa. Cuando el fuego se conduce convenientemente, el plomo se funde, se oxida, arrastra con él los demas metales que se han oxidado igualmente y que son absorvidos por la capa de ceniza, y el oro aparece con su lustre brillante. Pero por este procedimiento no se obtiene el oro separado de la plata con que ha quedado unido. Para separarlos es necesario hacer una operacion que consiste en tratar la masa auro-argentífera por el ácido nítrico, ó mejor todavia por el ácido sulfúrico que disuelve toda la plata sin tocar al oro, puesto que este último no es soluble sino en el agua regia ó ácido nitro-muriático.

La *amalgamacion* está fundada sobre la propie-

dad que el mercurio tiene de unirse con el oro y la plata y formar así una amálgama líquida. Cuando se ha desembarazado el mineral de todas las materias estrañas y se le ha reducido á polvo, se le mezcla con azogue que se apodera de todo el oro que contiene. Despues se forma una pasta que se calienta para separar el azogue por sublimacion, y el oro queda puro, pues apenas es volátil.

Cuando el oro existe en las piritas, estas deben tostarse varias veces para espeler el azufre, y solo despues de estas preparaciones preliminares se pasa á la amalgamacion.

El oro es el metal mas estimado y el de mas valor; sirve para la fabricacion de moneda, pero como á la plata hay necesidad de unirle con un décimo de cobre, por que sino seria demasiado blando. La moneda de oro mas antigua que se conoce es la de Baltus IV. acuñada en Cirene en África en tiempo de Pisistrato. Las monedas griegas de oro mas antiguas son las de Filipo rey de Macedonia y padre de Alejandro.

El oro es de todos los metales el que mas se emplea para hacer joyas y adornos; tambien sirve reducido á panes ú hojas tenues para dorar metales, madera, porcelana, &c., y amalgamado para dorar los metales á fuego. El oxido purpúreo de oro es la base de los colores de rosa, púrpura y violeta que se aplica sobre los esmaltes y la porcelana. En medicina, las preparaciones de oro sobre todo el cloruro ó muriato se ha usado en el tratamiento de las enfermedades sifilíticas.

§. XVI. El RODIO (*rhodium*) es un metal que se encuentra en granos entre los de la platina de la que no se puede distinguir. Se halla en pequeña cantidad en el mineral de Antioquia cerca de Barbacoas, su carácter principal es el comunicar á sus disoluciones en los ácidos un hermoso color de rosa.

§. XVII. El OSMIO (*osmium*) descubierto en 1803, por Tennant, no existe en la naturaleza sino combinado con el iridio y formando el osmiuro de iridio. El osmio aislado es pulverulento ó compacto, de color negro ó azulado; el compacto parece que tiene un peso específico de 10, aunque el del pulverulento no es mas que de 7. A la temperatura ordinaria el aire no tiene accion sobre este metal; pero á una temperatura muy alta se oxida y se inflama. El ácido nítrico, el agua regia, el nitro y la potasa hacen pasar el osmio al estado de ácido ósmico que es blanco muy volátil, muy fundible y soluble en el agua.

El *osmiuro* de *iridio*, llamado impropiamente *iridio nativo* está en granos ó en pequeñas hojuelas hexágonas, de color gris plateado, de una densidad de 19,2 sin maleabilidad; mas duro que los granos de platina, inatacable por los ácidos y refractario al soplete. La análisis de este mineral ha dado 25 de osmio, 73 de iridio y 2 de hierro.

Esta especie se encuentra en las mismas localidades que la platina, y muchas veces mezclada con ella, en América, en los montes Urales y Siberia. Se separa fácilmente el osmiuro de iridio del mineral de platina que le contiene, tratándole por el agua regia que disuelve la platina y no ataca el osmiuro de iridio.

El iridio, separado del osmio por la análisis química, se parece mucho á la platina; sin embargo es mas duro que ella, un poco ductil é inatacable por el agua regia. Se le saca del osmiuro de iridio, y ha sido descubierto al mismo tiempo que el osmio.

§. XVIII. El PALADIO (*paladium*) es uno de los metales que se encuentran en el estado nativo en la naturaleza. Comunmente se presenta en pequeñas hojuelas, de color blanco agrisado intermedio entre el

brillo de la plata y el de la platina; es muy maleable y de una densidad de 11,3 á 11,8. Se funde dificilmente, á no ser al soplete de gas. Los ácidos nítrico, sulfúrico y nitro-muriático le disuelven fácilmente. La potasa y el nitro le atacan con fuerza. Se le ha encontrado mezclado en los minerales de platina, en el Brasil y en los montes Urales.

§. XX. La PLATINA, que otros llaman *platino* (*platina*) no ha sido conocida en Europa hasta mediados del último siglo, aunque los españoles establecidos en América, la conocian hacia mucho tiempo, considerándola como una aligacion de plata con algun otro metal, por lo que habia recibido el nombre de *platina*, diminutivo de plata. Efectivamente la platina, que no se encuentra en la naturaleza sino en el estado nativo, tiene alguna semejanza con este último metal: es de un color gris de plomo, argentino ó de acero bruñido, brillante, muy ductil é inalterable al aire; pero se distingue de la plata y de los demas metales que se la parecen por su peso específico que cuando está puro es de 20,38; porque no se funde ni al soplete, ni á la temperatura mas alta que pueden producir nuestros hornos, y solo lo efectúa por un fuego alimentado por gas oxígeno ó por el soplete de Brook; y en fin por la resistencia que opone á todos los ácidos, á escepcion del agua regia de 15 á 16.º del areómetro, porque si no tampoco la ataca. Así se forma hidroclorato de platina que precipita en amarillo de canario por la potasa y el amoniaco. El precipitado es una sal doble. El hidriodato de potasa muy diluido, le da un tinte amarillo pardusco que se oscurece gradualmente y se pone de un color rojo vinoso al cabo de un cuarto de hora.

La platina se encuentra en la naturaleza en forma de pequeños granos aplastados, rara vez tan

grandes como un guisante ó una almendra y mas rara aun en masas de una libra y mas. El ejemplar que existe en el gabinete de historia natural de Madrid es uno de los mas grandes. En los montes Urales en Siberia, se ha descubierto un pedazo que pesaba cerca de nueve libras. La platina jamas está pura. Siempre tiene mezcla de diferentes metales y en particular del rodio, paladio, iridio, osmio, hierro, titanio y sílice. Es tambien una materia muy poco repartida en la superficie del globo. Está diseminada en depósitos arenosos estremamente semejantes á aquellos en que se recoge el diamante y el oro. En todos los parages en que se encuentra platina se halla igualmente oro en pajas. Se recoge lo mismo que este último metal, es decir, lavando las arenas. Se ha hallado en la Colombia en la provincia de Choco y de Barbaceas. Existe tambien en el Brasil en las provincias de las Minas y de Mato-grosso, en Santo Domingo, en la Siberia y recientemente parece haberse encontrado la platina en algunos minerales de galena como en Guadalcanal, en pequeños granos mezclados con pajas de oro.

La infundibilidad de la platina y su inalterabilidad por la mayor parte de los agentes químicos se han aprovechado con la mayor ventaja para la perfeccion de la química, considerada como ciencia y en sus aplicaciones á las artes. Pero las cualidades mismas por las que este metal se aventaja á los otros han hecho mas difícil su tratamiento metalúrgico.

La platina no existe en la naturaleza, como se ha dicho ya, sino en el estado nativo, y en este estado es infundible. Para conseguir su fundicion Janety tuvo la idea de unirla con otros cuerpos que la hicieran fundible. A su método que se ha usado por largo tiempo aunque pesado y costoso, se ha sustituido uno que se

usa generalmente y consiste en obtener la platina por la via húmeda.

Se disuelve la platina en bruto en el agua regia, pero á fin de no disolver el iridio que la platina contiene casi constantemente, debe debilitarse el ácido nitro-muriático. Se ayuda á la disolucion con un suave calor que se aumenta gradualmente. Se decanta el líquido, y por el reposo se deposita una pequeña cantidad de iridio que se habia disuelto por el calor. Se vierte entonces en el líquido una disolucion de hidroclorato de amoniaco, y se forma un precipitado amarillo de cloruro de platina y de amoniaco. Se lava este precipitado y se calienta en un crisol de plombagina. No se debe emplear mas que un ligero calor, que espela toda la sal amoniaco contenida en el precipitado y deje la platina sola. Este residuo de platina que es agrisado, se reduce á un polvo muy fino, si se le comprime entre los dedos, ó se tritura en un mortero de palo con un pilon de la misma materia. Se lava el polvo obtenido de esta manera y se llenan con él unos moldes de laton cuyo interior se ha untado de grasa y que van ensanchándose un poco en una de sus estremidades. Este polvo es sometido á una fuerte presion para espeler toda el agua. En seguida se saca de los moldes la masa así comprimida, se la coloca sobre un fuego de carbon que espele el resto de la humedad y quema la grasa, y se obtienen cilindros que tienen una gran cohesion; estos cilindros se colocan derechos en unos hornos de viento sobre una capa de arena muy fina y pura. Se cubren en seguida cada uno de ellos de un crisol escesivamente refractario y se levanta la temperatura tanto como se puede. Se sacan los cilindros del horno y se machacan sobre un yunque, pero teniendo cuidado de martillar perpendicularmente á la longitud de la barra, sin lo cual se romperia con facilidad; reducida ya á este es-

tado, la platina puede estirarse en láminas ó en hilos y es igualmente maleable y ductil.

La platina sirve principalmente para fabricar crisoles, cápsulas y retortas que son hoy dia indispensables en las artes químicas. Este es su principal uso. Las joyas que forma son poco estimadas porque no son tan hermosas como las de oro, se diferencian poco de las de plata y cuestan mucho mas, pues su valor es cuatro veces mayor que el de la plata. En Rusia se hace moneda con la platina, pero esta moneda no corre mas que en el imperio ruso. Tambien se usa para hacer las puntas de los pararayos, poner oidos á las escopetas, para quemar el hidrógeno en ciertas lamparas, y para cubrir la porcelana á la que da el aspecto de la vajilla de plata. Unida al cobre y al zinc, forma un oro artificial que solo se distingue del verdadero porque se disuelve en el ácido nítrico.



SEGUNDA PARTE DEL REINO INORGANICO.

Geologia.

Cuando se recorre cierta estension de la superficie del globo, estudiando con atencion el suelo, sobre todo en las escarpas y las escavaciones, donde la vegetacion no ha podido fijarse, no se tarda en reconocer que su composicion es muy variada. En efecto, se ve cambiar el aspecto de las grandes masas minerales ó rocas, y por otra parte la diversidad de sus usos indica que no es aquel solo el que cambia, sino la naturaleza misma de los principios de que se componen. Así unas sirven de piedra de cal, otras dan el yeso; estas son tan duras que pueden rayar el acero, al paso que aquellas se labran con la mayor facilidad: las hay tambien que forman pasta con el agua, y se prestan á todas las formas que se les quiere dar. Los granitos, los mármoles, los cuarzos, los jaspes, las arcillas, el carbon de piedra, y otras sustancias minerales, de aplicacion tan diversa, son otras tantas rocas cuyas propiedades son demasiado diferentes para que no se distingan tambien en su composicion química.

La mineralogia ha sometido á la análisis y clasificado todas las sustancias minerales que se han podido reunir: ha detallado sus propiedades, pero considerándolas aisladamente. La geologia por el contrario trata de las masas minerales bajo el aspecto de su situacion geognóstica; así comprende á la vez la descripcion de estas mis-

mas masas que constituyen todas las partes conocidas de la corteza del globo y el órden de sobreposicion que guardan: procura investigar el modo de estar los minerales útiles, para servir de guia al minero: en fin, estudia todos los fenómenos que dependen de la constitucion del globo terrestre, y deduce de este exámen la historia de las revoluciones que en él ha habido.

DEL GLOBO TERRESTRE EN GENERAL.

La tierra presenta la forma de un esferoide, es decir, de una esfera ligeramente aplanada por los polos y engrosada hácia el ecuador.

Aunque resultan de esta figura fenómenos particulares en las regiones polares, la diferencia de los dos diámetros terrestres es sin embargo inapreciable en nuestros mapas. En efecto, esta diferencia no es mas de $\frac{1}{350}$: así, para que fuese de un solo centímetro (1) era pre-

(1) Hemos juzgado conveniente no hacer la reduccion de las medidas métricas y sí adoptarlas porque no son convencionales, sino que estan tomadas de la naturaleza, son las únicas que rigen desde este año en Francia, y se va generalizando su uso en Alemania, Inglaterra é Italia. Asi se tiene la ventaja de ser comprendido de todos los pueblos cultos, y llegará á establecerse un sistema general de pesos y medidas, sin que sea mengua en nacion alguna servirse del moderno porque la Francia le haya producido y puesto en práctica antes que otras; en realidad no la pertenece esclusivamente, pues á las operaciones que precedieron á su formacion concurrieron con los académicos franceses, sabios de diversos paises de Europa y entre ellos dos Españoles del mayor mérito. Por lo demas, entre las medidas modernas equivalen:

El metro á 3,588922 pies ó aproximadamente á algo mas de 3 pies $\frac{1}{2}$.

El centímetro á 5,6804968 líneas ó aproximadamente 5 y $\frac{2}{3}$ líneas.

ciso que la esfera tuviese sobre unos diez metros de circunferencia. Las medidas de la tierra han dado:

Para el radio del ecuador.................6,376,851 metros.

Para el semi eje..............................6,355,943. —

La diferencia ó aplanamiento de un polo es pues de..20,908. —

Este aplanamiento de $\frac{1}{305}$ que resulta de las medidas geodésicas tomadas en las diversas partes del globo, está ademas de acuerdo con las observaciones astronómicas, y la Place tomando por punto de partida las desigualdades del movimiento de la luna, tanto en longitud como en latitud ha llegado al mismo resultado. Tambien los mismos números estan igualmente asignados por las leyes de hidrostática para una masa fluida colocada en las condiciones de movimiento en que se encuentra la tierra, es decir, que nuestro planeta presenta precisamente la figura que hubiera tomado si hubiera estado primitivamente fluido; porque se ha observado que todo globo líquido que gira rápidamente al rededor de su eje pierde en diámetro en la direccion de este último, y por el contrario gana en la opuesta, es decír en la direccion perpendicular á este eje. Semejante coincidencia, no puede ser casual, y tanto mas cuando existe en los otros planetas de nuestro sistema, en los cuales el aplanamiento en los polos es proporcional al movimiento de rotacion. Este primer hecho, indicado por la figura de la tierra, es un hecho geológico que podremos en lo sucesivo comparar con los fenómenos que va á revelarnos el estudio de los terrenos.

La observacion y el cálculo han demostrado igualmente que la densidad media del globo terrestre es cinco veces mayor que la del agua tomada por unidad: esto es casi el doble de la densidad media de su corteza mineral. Este hecho concuerda tambien con la hipótesis de una flui-

dez primitiva y probablemente general de la masa del globo; porque las moléculas constituyentes hubieran debido colocarse desde entonces al rededor del centro, segun el órden de su peso específico, de tal suerte que las materias menos densas son las de la superficie. En efecto, los fenómenos de la pesantez inducen á admitir que el esferoide terrestre está formado de capas concéntricas casi elípticas y dispuestas simétricamente al rededor de un centro de gravedad.

Así el globo terrestre le vemos naturalmente dividido en tres masas distintas, dispuestas concéntricamente: la una sólida que constituye la *tierra* propiamente dicha, la otra líquida, el *agua*, que ocupa la mayor parte de su superficie, y la tercera aeriforme, la *atmósfera*, que rodea las dos precedentes.

De la atmósfera.

La atmósfera constituye al rededor del globo una capa que desempeña un papel principal en los fenómenos geológicos. Está formada de aire atmosférico, compuesto de ázoe, oxígeno, fracciones de ácido carbónico y de una cantidad variable de agua. Cuando el aire se halla seco, bajo una presion barométrica de 0, ^{m} 76, pesa 800 veces menos que el agua.

Supuesto este peso, como en nuestras latitudes una columna de la atmósfera tomada desde el nivel del mar hasta su estremidad, equilibra á otra columna de 76 centímetros de mercurio, la altura total de esta columna atmosférica seria de 7950 metros, suponiéndola siempre la misma densidad. Pero como no sucede así, sino que la densidad disminuye á medida que se asciende, con arreglo á la progresion que sigue este decremento, se

ha valuado la altura total de la atmósfera en unas 16 leguas. Muchos hechos astronómicos concuerdan en efecto para demostrar que este decremento de la densidad del aire atmosférico no se verifica hasta lo infinito, como pudiera suponerse, y que mas allá de ciertos límites no se halla mas que el vacio; de aqui resulta que la atmósfera por elevada que se la suponga, presenta una superficie perfectamente terminada y lisa como la del mar.

Este hecho es importante porque de él se sigue necesariamente que la masa de agua que se encuentra en la actualidad en la superficie del globo, ha sido con corta diferencia la misma desde que se halla en las circunstancias astronómicas actuales. En efecto, puesto que la atmósfera presenta una superficie finita, no se puede suponer ninguna perdida de agua por evaporacion, y la cantidad que se pudiera admitir como desnaturalizada por las reacciones químicas ó introducida en las cavidades de la corteza de la tierra es tan pequeña comparada con la masa total, que no hay inconveniente en hacer abstraccion de ella.

Ademas de los vapores acuosos que se mueven en forma de nubes, y cuya condensacion y precipitacion mas ó menos rápida en lluvias, nieves, &c., demuestra su gran proporcion, el aire atmosférico aun en los climas mas secos, contiene otros muchos que la vista no puede discernir. Esta cantidad de vapores aumenta en razon de la temperatura, así su proporcion en volúmen pasa muchas veces de $\frac{3}{100}$ en las regiones ecuatoriales; en los paises templados varia de 14 á 16 milésimas en estío y de 5 á 7 en invierno. Parece tambien que esta proporcion disminuye rápidamente á medida que se asciende en la atmósfera; porque á una altura de 7,000 metros apenas se encuentra una milésima.

La temperatura de la atmósfera disminuye tambien á medida que las capas de aire decrecen en densidad; todo el mundo sabe que hace mucho mas frio sobre las altas montañas que en las llanuras que están al pie; y las observaciones han demostrado que el termómetro baja un grado por cada 156 á 174 metros de elevacion; parece tambien que la disminucion de la temperatura conforme se sube en la atmósfera varia con la latitud, y que es mas rápida en la zona templada que en la zona tórrida. En nuestros climas se ha adoptado con bastante generalidad el número de 160, m. por la altura correspondiente á un grado de disminucion.

La atmósfera es enteramente útil é indispensable á todos los seres que viven sobre la tierra. Sin la presion que ejercen las columnas de aire, la mayor parte de los líquidos se reducirian inmediatamente á vapor, y otros muchos sólidos se liquidarian; á ciertas alturas de la atmósfera á que ha conseguido ascender el hombre se han presentado hemorragias por varias aberturas y otros diferentes puntos á la vez, á consecuencia de la espansion que habian adquirido sus fluidos; los observadores hubieran perecido si en vez de descender de donde se hallaban colocados, se hubiesen elevado mas.

Sin la propiedad reflectante y refringente de la atmósfera, que producen la difusion de la luz, tampoco ningun objeto seria visible para nosotros fuera de los rayos directos del sol; toda sombra arrojada por una nube seria profundas tinieblas, y todo lugar donde la luz directa del sol no penetrase, estaria sumergido en absoluta oscuridad.

En la atmósfera es tambien donde se verifican ciertos fenómenos que se designan en física con el nombre de meteóros, tales son las lluvias, el rocio, la escarcha,

la nieve, los vientos, los rayos, los relámpagos, los truenos, los torbellinos y las areolitas.

La atmósfera, como ya se ha indicado es un depósito de vapor de agua que el calor levanta de la superficie de la tierra ó de las aguas. Cuando la temperatura se mantiene elevada, el agua reducida á vapor se difunde por la atmósfera y en virtud de su peso específico inferior al del aire, ocupa las altas regiones; pero como el calor atmosférico disminuye en razon de la distancia de la tierra, y por otra parte la temperatura cambia á cada instante, el vapor no tarda en condensarse, ya en glóbulos que se suspenden y forman las *nubes* y las *nieblas*, si estas estan bajas, ya en gotas que, haciéndose demasiado pesadas para poderse sostener en la atmósfera, caen sobre la tierra bajo la forma de *lluvia* ó de *rocío*, de *escarcha* ó de *nieve* si el frio es mas intenso.

Las varias influencias á que está sometida la atmósfera en las diversas partes del globo producen corrientes ó movimientos mas ó menos sensibles y durables de los gases atmosféricos que se llaman *vientos*. Estas agitaciones dependen de la influencia de la atraccion combinada del sol y la luna que produce una especie de flujo y reflujo del movimiento de rotacion aparente de oriente á occidente que resulta de la diferente rapidez con que se mueve la masa sólida de oueste al este, y principalmente de las diferentes temperaturas á que está sometido el aire de los polos al ecuador. De aquí resulta que á medida que el calor dilata ciertas partes de la atmósfera, los gases que en ella se encuentran, se hacen mas ligeros y se elevan á las regiones superiores, dejando un vacío en el sitio que ocupaban. Al mismo tiempo el aire inmediato que no está calentado se precipita en él, dejando como el primero un vacío detras de sí, el cual es llenado por nuevo gas, de manera que se establece una

nueva corriente de aire tanto mas rápida cuanto mas frecuente y pronta es esta mutacion; tal es el orígen de los vientos. Pero como las variaciones de temperatura se efectuan ordinariamente de un modo periódico y regular, se originan un gran número de vientos que aparecen en épocas fijas y siguen direcciones constantes; tales son los vientos alisios, los monzones, ciertas brisas, y en general la mayor parte de los vientos de mar. Ademas de estos bien conocidos, hay un gran número de vientos irregulares que ordinariamente son de corta duracion, pero á veces muy enérgicos. Un viento comun corre 2 ó 3 m. por segundo; el viento es fuerte cuando su velocidad es de 5 y 6, y violento á los 10. En los huracanes esta velocidad llega á 20, 30 y aun 40 m; pero entonces arranca los árboles, destruye y hecha por tierra todo cuanto se opone á su carrera impetuosa.

Para comprender las causas del trueno, de las mangas marinas y torbellinos es necesario tener algunas nociones de física, por lo cual nos contentaremos con decir que estos fenómenos son ocasionados por la electricidad como los que se ven producirse por una máquina electrica. Se sabe en efecto que cuando se desprende la electricidad se forma un ruido mas ó menos fuerte segun la cualidad de este fluido, y que va acompañado siempre de una chispa ó centella; así el *relámpago*, el *rayo* y el *trueno* no son otra cosa que esta centella y este ruido producido por una gran cantidad de electricidad acumulada.

En cuanto al *torbellino* es una columna de aire electrizado que desciende rápidamente hácia la superficie de la tierra, destruyendo con ímpetu cuanto encuentra delante de sí, derribando los árboles y casas, diseminando sus restos por todas partes, y transportándolos á muchos centenares de pasos del sitio donde se hallaban antes colocados; la violencia del torbellino es tal que nada

hay que pueda detenerle: arrasa cuanto encuentra en su carrera, y los sitios por donde ha atravesado, parecen haber sido devorados por un vasto incendio; cuando es en el mar absorve inmensas columnas de agua, sumerge los navíos y agita las ondas de tal modo, que hace saltar el agua á enormes distancias.

El fenómeno de las *areolitas* (1) ó *piedras meteóricas* es de todos los meteoros atmosféricos el que interesa mas á la geologia, que ha dado mucho que pensar á los observadores y que les dará probablemente por mucho tiempo. Así por largos años se habia contado entre las fábulas y preocupaciones vulgares á pesar de que los antiguos tales como Plinio y Tito Libio habian mencionado varios hechos de este género. Pero en el dia es ya de notoriedad pública que en ciertos parages se han visto caer del cielo cantidades de piedras mas ó menos considerables acompañadas de fenómenos notables.

En general la caida de las aerolitas está precedida de la aparicion en la atmósfera de un cuerpo luminoso, cuyo resplandor es algunas veces muy vivo y que se mueve con grande velocidad; á veces solo se percibe una claridad sin punto luminoso. En el mismo momento se oye un ruido mas ó menos fuerte; este ruido se ha comparado al que producen muchos tambores ó carros sumamente cargados; bien pronto se verifica una esplosion violenta que se oye á veces al mismo tiempo en parages distantes de otros mas de sesenta leguas. En el instante de la esplosion se ve una gran masa

(1) Algunos las designan con el nombre de *meteoritos*, nombre inexacto pues parece ser un diminutivo de metéoro, voz que se aplica á muchos fenómenos; otros pronuncian y escriben *aerolitos*; esto lo creemos indiferente, pero hemos adoptado la terminacion en *as* por estar mas en analogía con las terminaciones ya recibidas para los demas cuerpos minerales.

de humo mas ó menos denso, negro ó blanquecino. El número de las aerolitas que caen al mismo tiempo es muy variable, en muchos casos una sola, en otras circunstancias se cuentan muchos miles.

Se ha procurado valuar la altura á la que aparecen las aerolitas en la atmósfera y la velocidad con que se mueven, pero es imposible adquirir datos ciertos sobre este punto. Sin embargo, Bouditch ha calculado con arreglo á la observacion de los fenómenos que acompañaron á la aparicion de la aerolita que cayó en 1807 en Weston en el Connetticut, que estaba á una altura de cerca 30,000 metros, es decir, de 5 á 6 leguas, y que su velocidad era de 4834 m. por segundo, esto es, diez veces mayor que la de la bala de un cañon y mitad menor de aquella con que la tierra gira al rededor del sol; pero repetimos que es muy dificil obtener una valuacion rigorosa.

Cualquiera que sea el parage donde se verifique la caida, las aerolitas presentan una gran semejanza en sus caractéres esteriores y en su composicion química.

No obstante se deben distinguir dos especies de aerolitas; á saber: las que estan casi esclusivamente compuestas de hierro nativo y que se pudieran llamar *aerolitas metálicas*; y las que ademas del hierro contienen diversas materias térreas y merecerian el nombre de *petrosas* ó *lapídeas*.

Las masas de hierro meteórico son desiguales y porosas; las pequeñas cavidades que en ellas se encuentran estan en general ocupadas por una materia vitrificada que se mira como muy análoga al peridoto volcánico; con frecuencia una ligera capa vítrea y negruzca cubre su superficie, la preserva del aire y de la humedad, y se opone á su oxidacion. El hierro en estado nativo forma la mayor parte de estas aerolitas. Este metal es mas dúctil, mas blanco y mas brillante que el hier-

ro forjado; casi siempre está asociado al niquel y al cromo pero en proporciones variables; igualmente se encuentra sílice, magnesia y cobalto.

Las aerolitas petrosas son mas comunes que las precedentes. Forman masas enteramente irregulares llenas de aristas ó de líneas obtusas cubiertas de una capa negruzca y vitrificada; su fractura es ordinariamente desigual y áspera, compuesta de granos semejantes á los de una arenisca grosera, de color agrisado, entre los que se distinguen granos de un metal brillante, que al aire acaban por formar manchas de orin de hierro. Estas aerolitas son bastante frágiles y á veces mas ó menos duras, pues su superficie da chispas con el eslabon y rayan el vidrio. Su densidad varía de 3,3 á 4,3. El hierro diseminado en la masa hace todos los pedazos mas ó menos magnéticos, carácter que sirve para reconocer las aerolitas cuando no se está cierto acerca de su orígen.

Las diversas analisis que se han publicado de estas piedras, por muchos de los mas sabios químicos, han probado que estaban compuestas de sílice, en las proporciones de 21 á 56, magnesia de 25 á 30, hierro metálico de 20 á 47, azufre hasta 9 por 100, niquel y cromo tanto en el estado nativo como en el de óxido; en fin, de cal, sosa, manganeso, cobalto y carbono, aunque los cuatro últimos parecen ser accidentales.

Aunque el hecho de la caida de las aerolitas es constante y averiguado no lo es igualmente la causa que le produce. Algunos físicos y astrónomos pretenden que estos cuerpos no son otra cosa que fragmentos de lavas lanzados por los volcanes de la luna y que han entrado en la esfera de atraccion de nuestro planeta, mientras que otros se hallan persuadidos que han sido formados en la atmósfera por una condensacion repentina, debida á la influencia de la electricidad ó á cualquier

otro agente, de las partes que les componen y que se encontraban esparcidas en el estado de vapor. Pero nada ha justificado estas hipótesis. La existencia de los volcanes en la luna está muy distante de estar probada, y aun cuando lo estuviese seria preciso admitir que todas las materias que arrojan estos volcanes son casi idénticas, y que eran lanzadas con una fuerza cuya intensidad no se sabe á que poder atribuirse pues segun los cálculos de Biot era necesario una fuerza de proyeccion cinco veces mayor que la que llevan los cuerpos arrojados por los volcanes terrestres. En cuanto á la segunda es bien dificil admitir la gasificacion de materias tales como el hierro, la sílice, la alúmina, la magnesia &c., y no lo es menos de concebir la causa accidental que puede condensar en un solo instante tan enorme cantidad de vapores para formar masas tan grandes como lo son la mayor parte de las aerolitas conocidas. Por consiguiente lo mas probable es que estos cuerpos son unos pequeños planetas ó cometas, ó fragmentos de ellos errantes en el espacio que moviéndose en sus órbitas acaban por entrar en la esfera de atraccion de la tierra. Cuando han llegado á nuestra atmósfera, la rapidez con que se mueven y la resistencia que el aire les opone, les inflama, les hace estallar y sus pedazos son así arrojados sobre la tierra. Este fenómeno tendria entonces una gran relacion con el de las estrellas errantes ó vagas que se ven muchas veces en gran cantidad durante la noche cuando el cielo está sereno, y que parecen no ser otra cosa que aerolitas, cuya caida es acompañada de un ligero desprendimiento de luz que se hace invisible durante el dia, ó que entrando en nuestra atmósfera con una velocidad suficiente para atravesarla, no harian mas que inflamarse al pasar. Muchas personas han asegurado que han visto caer

estrellas errantes que se habian introducido en la tierra; y Rozet dice, que en 1824 vió una de estas estrellas caer sobre una montaña, y romperse en muchos pedazos que se dispersaron divergiendo como los cachos de una bomba.

Del agua.

El agua cubre cerca de las tres cuartas partes del globo de cuya masa el *mar* representa casi la totalidad. La accion del calor sobre esta inmensa superficie, trasforma en vapores una cantidad que se puede valuar por término medio en una capa de un metro de espesor. La condensacion de estos vapores produce las aguas *corrientes* que surcan la parte saliente de la corteza mineral del globo, parte de las *aguas estancadas* y los *hielos* y *nieves perpetuas.* Como la cantidad media de vapor de agua mantenida en suspension en la atmósfera puede considerarse como constante, la cantidad de agua que cae bajo la forma de lluvia ó que se condensa invisiblemente, es igual á la masa evaporada. El movimiento de esta inmensa masa de agua constituye el fenómeno mas sensible de la época actual.

Del mar. Los antiguos daban este nombre igualmente que el de *Océano* á todas las masas de agua un poco considerables. En el dia estas dos palabras no sirven mas que para designar la totalidad de este líquido que cubre sin interrupcion una gran parte de la superficie de la tierra y rodea los continentes por todas partes; por consiguiente con impropiedad se dice todavía *mar Caspio y mar Muerto* de masas de agua sin comunicacion alguna con el mar propiamente dicho, y que no son sino

agos de una estension considerable. Se llaman *mares interiores* á los que penetrando en lo interior de los continentes estan en comunicacion con el Océano.

La masa de las aguas del mar es inmensa, y parece no hallarse uniformemente repartida en la superficie del globo, puesto que el hemisferio austral encierra mucha mas agua que el hemisferio boreal.

El agua del mar no es pura, pues contiene en disolucion diversas sales cuya proporcion varia de $\frac{3}{100}$ á $\frac{4}{100}$ del peso total, y que consisten principalmente en el hidroclorato de sosa, (ordinariamente en la proporcion de cerca de $\frac{3}{100}$), en sulfatos de sosa y de magnesia (al que se atribuye el amargor que tiene); en carbonatos de cal y de magnesia. Prescindiendo de las causas locales, el sabor salado y composicion del agua del mar son casi los mismos por todas partes; con todo, los mares interiores parecen ser menos salados, escepto el Mediterraneo que parece serlo mas. Se ha disputado mucho sobre el orígen de las materias que dan este sabor, pero como no hay causa aparente, es probable que son tan antiguas como las mismas aguas, y si se supone una época en la que todas las masas de estas últimas se hallaban en estado de vapor en la atmósfera, nada impide admitir que las materias salinas preexistian en la superficie del globo, y que las han disuelto luego que llegaron á precipitarse.

La temperatura de la superficie del mar va disminuyendo del ecuador á los polos y esta disminucion es mucho mas rápida en el hemisferio austral que en el boreal. Bajo los círculos polares, la temperatura está constantemente bajo de 0, así es que existen masas de hielos eternos que en vano los navegantes han intentado atravesar.

Así como la temperatura de la atmósfera disminuye á me-

dida que se asciende, por lo general la del mar presenta un fenómeno enteramente opuesto, es decir, que decrece conforme se baja; pero esta disminucion es hasta ciertos límites, mas allá de los cuales el termómetro sube mas y mas segun se profundiza. Ellis ha deducido de un gran número de esperimentos hechos en África, que la temperatura del mar disminuye hasta mil doscientos metros de profundidad y pasado este término aumenta. Este efecto se esplica perfectamente por el maximum de densidad del agua que se encuentra á — 4.°, por que en una masa líquida cualquiera las moléculas deberán colocarse unas sobre otras por órden de densidad, y como la temperatura del mar en la superficie es generalmente superior á — 4.°, es evidente que debe ir disminuyendo á medida que se profundiza: cerca de los polos en que la temperatura es siempre inferior á la de 0, aumenta con la profundidad. Bajo el 80.° de latitud, siendo la temperatura de la superficie de + 2.°,2, se ha encontrado de + 4.° á 110 m. de ella.

La fuerte presion que esperimentan las capas de agua situadas á grande profundidad puede dar en parte razon del aumento de temperatura mas allá de ciertos límites; pero el calor propio del globo es la causa principal á que es debido este aumento.

La profundidad del mar es bastante considerable aunque se ha exagerado con frecuencia; pues mas adelante veremos que el fondo está generalmente formado por llanuras aluviales de muy corta inclinacion. Por lo demas el fondo presenta frecuentemente relacion con las regiones que le sirven de riberas; se hundirá con una fuerte inclinacion en los paises montañosos, al paso que será casi horizontal en los de llanuras. Así en el canal de la Mancha en ninguna parte escede de 100 m.; de suerte que la catedral de Estrasburgo sobresaldria por

todas partes sobre el nivel del agua. Las mayores profundidades del mar no deben pues esceder á las grandes eminencias que se ven encima de su nivel; por eso las profundidades de 3 ó 4 mil metros serian casos bastante raros, y aun quizá no pasan de esta cantidad.

Se ha observado que el nivel del mar con relacion á sus playas está sujeto á variar; lo que ha hecho creer á algunos físicos que la altura de las aguas marinas aumenta continuamente, mientras que otros han pensado por el contrario que estaba sometida á una disminucion progresiva. Esta diferencia de opiniones depende de la diversidad de lugares en que se han hecho las observaciones: así sucede que algunos paises que se encontraban en otro tiempo en las riberas del mar, por ejemplo, Aguas muertas, Frejus y Damieta, estan ahora á una distancia considerable, lo que parece manifestar que ha bajado el nivel de las aguas. Por otro lado ciertos parages que se encontraban poco ha lejos del Océano, estan hoy dia sumergidos; los muros del templo de Serapis, cuyas ruinas se han descubierto cerca de Pouzzoles, en Italia, están ahora cubiertos por el agua, y las piedras que los forman acribilladas de agujeros hechos por los folades; lo que pudiera hacer creer que la totalidad de las aguas del mar es mas considerable, que lo que era en la época en que se construyó este monumento. ¿Qué se debe deducir de estas observaciones opuestas? Que al paso que el Océano abandona ciertos parages que cubre en un lado, se apodera de otros sobre los cuales lleva las aguas que le vienen del opuesto. Mas adelante veremos cuales pueden ser las verdaderas causas de estas mutaciones.

Los mares no presentan un nivel rigurosamente horizontal; sin embargo las irregularidades que alteran esta horizontalidad son tan leves que parecen inapreciables

á la vista. Las causas que las producen son las leyes de atraccion en virtud de las que las moléculas acuosas se acumulan al rededor de las masas salientes que forman las irregularidades de la corteza mineral del globo: así las aguas son necesariamente atraidas por la influencia de las cordilleras que estan á flor de agua ó debajo de ella, de modo que su nivel será mas elevado al rededor de estas cordilleras que en los mares muy profundos. Resulta de esta ley, como la observacion lo ha demostrado, que siendo la superficie del mar ligeramente convexa ó cóncava, hay unos grados mas cortos y otros mas largos que lo que el cálculo indica.

La segunda influencia que altera la horizontalidad del mar es la accion atractiva del sol y de la luna; accion que eleva y baja alternativamente de un modo periódico dos veces por dia las aguas del Océano con relacion á sus costas y constituye la *marea*. Esta dura cerca de 12 horas: 6 en subir (*alta marea*) que es el *flujo*, y otro tanto en bajar (*baja marea*), que es el *reflujo*. Semejante fenómeno depende de la atraccion que el sol y la luna ejercen sobre las masas de las aguas marinas; asi es que nunca se nota mejor que en el tiempo de los plenilunios y durante las lunas nuevas, porque entonces combinándose y coincidiendo estas dos atracciones sin perjudicarse, la marea, es decir, la diferencia del flujo y reflujo, está en su máximo. Cuando la mayor altura de la marea lunar coincide con la mayor baja de la marea solar, la marea que es entonces la diferencia de las dos mareas parciales está en su mínimo; lo que se verifica hacia las cuadraturas. La marea varía tambien mucho segun las localidades; así apenas es de un pie en medio del mar Pacífico donde las grandes costas están á inmensa distancia, al paso que en Granville y en Saint Maló llega á mas de 12

metros; porque las altas mareas resultan de los obstáculos que se oponen al movimiento general, como cabos, estrechos, &c., pues como el agua se halla detenida en su curso refluye en los lugares que encuentra antes de los obstáculos. La marea es tambien por lo general mas leve en los mares interiores, por ejemplo, en el Mediterráneo. En el fondo de algunos grandes golfos cuya entrada se encuentra obstruida por un gran número de islas que oponen un dique á la entrada y salida de la marea, su curso es menos regular, como en Veracruz, en que solo hay una marea por dia.

De las mareas resultan diferencias de nivel considerables; así cuando la alta marea se verifica á la entrada del canal de la Mancha, al mismo tiempo que la baja marea se efectúa en el estrecho, la diferencia es de 10 á 12 m. en una longitud de cerca de cien leguas; pero esta diferencia es, como se puede conocer, enteramente insensible á la vista y á los instrumentos mas perfectos.

El movimiento de la marea está muchas veces modificado por los vientos que la aumentan ó disminuyen segun que soplan en la direccion de su curso, en cuyo caso llega á alturas capaces de llevar la desolacion á las costas; ó bien en una direccion diametralmente opuesta y entonces no llega á su altura; por consiguiente en el primer caso la velocidad de la corriente está aumentada, y al contrario, disminuida en el segundo.

La marea se siente así en las embocaduras de los rios como en los golfos, y algunas veces remonta hasta grandes distancias, pues se cree que en el rio de las Amazonas sube hasta doscientas leguas; de donde se sigue que en esta estension hay muchas mareas ascendentes y descendentes al mismo tiempo.

El movimiento que las mareas comunican al Océano, no es el único que se ha observado en las aguas ma-

rinas, pues estan agitadas por ciertos movimientos que se verifican regularmente en determinado sitio, y que han recibido el nombre de *corrientes.* De estas corrientes unas resultan de las oscilaciones de la marea y de la configuracion del suelo; de modo que puede decirse que no hay mar que no tenga sus corrientes producidas por estas causas; otras son mas generales y se atribuyen á la influencia de vientos muy prolongados y periódicos.

La mas grande de todas ellas es la gran corriente ecuatorial, que reina en la zona tórrida desde el Océano Indico hasta Méjico; la anchura de esta corriente llega, segun se dice, á 400 leguas á la altura de Santa Elena, y su velocidad, que es de 2000 metros por hora en el Cabo de Buena-Esperanza, sube hasta 6000 bajo la línea en el océano Atlántico. Su direccion que es generalmente de oriente á occidente, parece coincidir con la de los vientos alisios á que se cree debida. Esta gran corriente se modifica en seguida, segun la configuracion del suelo que da lugar á otras direcciones; así la famosa corriente del golfo (*gulf stream*) parece resultar en gran parte de su influencia.

En efecto, las aguas llevadas por la gran corriente ecuatorial desde el mar de las Indias doblando el Cabo de Buena Esperanza, y atravesando el Atlántico hasta el golfo de Méjico, salen por el estrecho de Bahama y siguen casi las costas de los Estados Unidos hasta el gran banco de Terranova, de donde esta corriente vuelve hácia el oriente atravesando de nuevo el Atlántico, sigue las costas occidentales de Europa y va á las islas Azores. De estos parages sigue á arrojarse á la altura de las islas de Cabo-Verde, en la corriente ecuatorial, de suerte que una inmensa masa de agua describe de este modo un enorme círculo que se ha calculado de la estension de unas 3800 leguas; espacio que el agua tarda en recor-

rer dos años y diez meses. La velocidad media, desde la salida del golfo hasta el gran banco de Terranova, es de 3000 metros por hora, y llega hasta 9000 á la salida del estrecho de Bahama. Esta velocidad está en razon inversa de la anchura de la corriente, que estando reducida á 15 leguas en Bahama, es de 80 en el banco de Terranova y de 160 en las Azores. La temperatura elevada de estas aguas que llegan de la zona tórrida, se conserva largo tiempo en las regiones setentrionales; así, cerca de Terranova tienen todavía 22.°, al paso que la temperatura de los mares vecinos no es mas que de 17.

Cuando los mares interiores reciben de los rios mas agua que la que pierden por la evaporacion, vierten el escedente en los mares vecinos, y dan lugar á corrientes; tal es la del canal de Constantinopla que resulta de la demasiada plenitud del mar Negro que desagua en el Mediterráneo. Lo contrario parece que sucede en este, sin duda porque se evapora mas agua que la que recibe: pues existe en el estrecho de Gibraltar una corriente que lleva continuamente las aguas del Océano con una velocidad de 17,600 metros por dia. Sin embargo, los efectos de esta coriente acaso estan neutralizados por otra inferior que hay en este mismo estrecho en sentido contrario, como lo prueba el hecho de un buque berberisco echado á pique en el Mediterraneo y que fue hallado muchos dias despues á una gran distancia sobre las costas de Marruecos.

Tambien en el mar Rojo hay una corriente que introduce en él las aguas del Océano desde octubre á mayo, y durante el resto del año toma una direccion opuesta: el golfo Pérsico presenta el mismo fenómeno, pero en órden inverso.

En el Báltico hay una corriente superior que vierte el esceso de sus aguas en el mar del Norte con una

velocidad media de 2 millas por hora ; pero últimamente se ha señalado la existencia de una corriente inferior opuesta.

Hasta aquí solo se ha tratado de corrientes permanentes, pero hay otras que solo son periódicas, tales son las que se observan en el archipiélago indio, debidas evidentemente á los monzones.

Nada es mas complicado que la marcha de las corrientes; así la del golfo está muchas veces rodeada de contracorrientes que siguen otra direccion, y aun se pretende que á cierta profundidad existen en muchos parages corrientes inferiores en sentido contrario. Otras veces son tan irregulares que algunas forman remolinos de agua peligrosos, porque atraen los navíos que entran en su esfera de atraccion; tal es el célebre *Malstrœm* que se encuentra en el mar que baña las costas de Suecia, y es tan rápido é impetuoso que traga las embarcaciones que pasan á la distancia de muchos centenares de toesas.

Transportando las corrientes las aguas del mar en todas direcciones y renovando continuamente las de los golfos parecen destinadas á mezclar las diferentes partes de esta masa inmensa para impedir que la corrupcion se establezca en algunas y para mantener en todas la vida. El movimiento de las aguas calientes hácia las regiones frias, y el de las aguas frias hácia las regiones cálidas templa mucho el clima de cada una: bajo el ecuador las tierras bañadas por el mar no son jamas tan abrasadoras como las de lo interior de las islas y de los continentes; en las regiones polares las costas presentan una vegetacion mucho mas vigorosa que la de lo interior de las tierras. Estas corrientes transportan tambien las diversas producciones de un pais á otro, pues se recogen sobre las costas de España, Francia é Inglaterra fru-

tos de América traidos por la corriente del golfo. Y aun se pretende que esto es lo que le dio á Cristobal Colon la idea de otro continente. Los grandes rios de los Estados Unidos y del Canadá acarrean al mar inmensas cantidades de leña y la corriente del golfo las impele hácia las costas de la Islandia á donde los habitantes van á recogerla para calentarse.

La vida que está desarrollada en casi todas las partes de la tierra parece ser mas abundante en los mares que en todas las demas; los mares pues están habitados por vegetales y animales muy diversos y organizados de un modo particular para vivir en él, desde la gigantesca ballena hasta los zoófitos y moluscos microscópicos, que juntamente con el fósforo que las materias animales en putrefaccion desprenden, producen la fosforescencia del mar. Pero estos seres apenas existen mas que en las costas y á una profundidad poco considerable. En efecto, su alimentacion requiere la existencia de la vegetacion, y esta no debe existir á una grande profundidad. Hay ademas otras dos causas que hacen casi imposible la existencia de los animales á grandes profundidades: 1.° el aumento de densidad del agua, la cual va necesariamente acompañada de una disminucion progresiva de la temperatura hasta — 4.° que el agua tiene en su máximo de densidad; y 2.° la falta de luz que es esencial para la vida orgánica. El conjunto de estas condiciones exigiria de los animales que viviesen á grandes profundidades en el mar, una organizacion escepcional y anómala, cuya existencia ningun hecho nos autoriza á suponer, por mas que no tengamos una idea esacta de los límites de la vida y que los seres se modifiquen segun los medios que habitan.

Ya hemos dicho que la superficie de los mares y

en general de todas las masas de agua esperimentaba una evaporacion continua, la que es tanto mayor cuanto mas se aproxima al ecuador. En las latitudes medias el espesor del agua evaporada anualmente se ha valuado en cerca de 0,m 88: estos vapores no se elevan en la atmósfera á grandes alturas. Así las nubes se mantienen ordinariamente entre 1000 y 2000 metros, es raro que se encuentren á cinco mil, y todo induce á creer que no pasan de 10 á 15000. El agua que procede de estos vapores y que cae en las diversas regiones del globo, es muy variable; pero se puede considerar como relacionada con la evaporacion aunque puede variar mucho por circunstancias puramente locales, tales son la altura del suelo sobre el nivel del mar, la direccion de los vientos dominantes, &c. En las latitudes medias cae $0,^{m}60$ de agua por año; en las regiones ecuatoriales las lluvias son menos frecuentes, pero mucho mas abundantes, y la cantidad de agua que cae anualmente, llega hasta 2 y aun 3 metros.

La pureza del agua atmosférica solo es alterada, al tiempo de precipitarse, por las sustancias mantenidas en suspension en el aire, y por un poco de ácido nítrico, que se forma espontáneamente bajo la influencia de la electricidad.

De las aguas estancadas. Se pueden designar bajo el nombre de *lagos* todas las aguas muertas que no sean el Océano. De ellas se encuentran masas inmensas que tienen una profundidad harto considerable para merecer el nombre de mares; tales son el mar Caspio y el mar Muerto. Pero las mas veces tienen menos estension como el lago de Ginebra, el de Constanza, &c. La superficie de la tierra presenta una multitud de lagos: algunos están en terrenos muy bajos, por ejemplo el mar Caspio, cuyo nivel se halla 300 me-

tros mas inferior que el del mar Negro, pero los mas estan situados en lo interior de las montañas y algunos á una grande altura como el de las Estrellas, en los Vosgos, el de Alos y Bourget en los Alpes, el de Gaube y otros varios en los Pirineos.

En algunos lagos se establece cierto equilibrio entre el agua que reciben y la evaporacion, de modo que no hay desagüe visible. En estos casos y en ciertos parages su naturaleza está modificada ya por manantiales minerales, ya por materias preexistentes que han disuelto; tales son los lagos de Egipto que contienen el natron, los del Tibet cuyas aguas encierran sub-borato de sosa, los de Siria en los que el petróleo nada en su superficie, el lago de Aral y el mar Caspio, que como otros muchos son salados. Las aguas de los lagos son dulces cuando salen algunos rios ó arroyos que llevan el esceso de ellas.

La temperatura de los lagos sigue la misma ley que la del mar, es decir que disminuye á medida que la profundidad aumenta; pero esta disminucion no pasa del término del maximo de densidad del agua dulce; cuando la temperatura de la superficie del agua es inferior á + 4.° entonces aumenta hasta este grado, maximo de la densidad del agua de los lagos. En cuanto á los animales y vegetales que se encuentran en todos los lagos, son los que pueden vivir en la especie de agua que los alimenta, y bajo el clima en que estan situados.

Las *lagunas* y los *pantanos* no se diferencian de los lagos sino en que sus aguas son menos profundas, y por lo general de menos estension, sin embargo, estos últimos son á veces tan dilatados que dan orígen á grandes rios: el Dwina, el Niémen y el Borístenes nacen de un vasto pais pantanoso que cubre la Lituania.

De las aguas corrientes. Aunque todas las aguas

corrientes que atraviesan los continentes son dulces y primitivamente pluviales, no todas se forman de una misma manera. Se llaman *torrentes* á las que son rápidas é impetuosas, y deben su orígen á la caida de lluvias fuertes y considerables, ó á la licuacion repentina de las nieves ó hielos: son generalmente destructoras, pero las mas veces sus estragos son pasageros como su duracion. Sin embargo, escavan la tierra y forman barrancos sumamente profundos que por lo comun se observan en los paises montañosos ó de colinas cuya pendiente da al curso del agua una grande rapidez. Las demas aguas corrientes que no provienen directamente de las lluvias tienen un orígen que vamos á dar á conocer.

Una gran parte de las aguas que caen de la atmósfera, asi como de las que provienen de derretirse las nieves, poco abundante para constituir torrentes, se filtra á traves de las capas de tierra hasta que una masa compacta como la arcilla y todas las rocas que no son porosas ni tienen hendiduras, se opone á su paso; entonces el agua corre sobre esta masa hasta que llega á salir á la superficie esterior en donde forma un manantial, ó que encuentra otra capa cuya porosidad la permite entrar mas abajo ó pasar mas adelante hasta perderse en el mar. Supongamos, por ejemplo, que el agua cae en el punto *d.* (lám. IV. fig. 3) y que la tierra sea permeable hasta las capas *tttt*, el líquido se acumulará en la capa *iii* hasta que venga á rebosar al punto *e*, donde formará un manantial. Así mismo si el agua cae en el punto *f*, irá por el mismo mecanismo á manifestarse fuera del punto *e* donde dará lugar al mismo fenómeno que en el caso precedente.

La salida de los manantiales presenta fenómenos bastante curiosos; ya es lenta y continua, como el mayor número de veces; ya por el contrario es impetuosa y forma

un *chorro* sobre el nivel del suelo, porque el punto por donde sale el agua está mucho mas bajo que el nivel del depósito de donde proviene, ó porque la salida es debida probablemente á la presion de fluidos elásticos encerrados en las cavidades de donde sale; tal es el famoso Geiser de Islandia que arroja sus aguas hasta mas de cien pies de altura. Otras veces en lugar de correr continuamente, el manantial es *intermitente*, es decir, que despues de haber corrido durante cierto tiempo, se detiene para correr de nuevo y detenerse otra vez y así sucesivamente: por ejemplo el que se ve cerca de Skalhot, que da un chorro de dos á diez minutos, seguido de una intermision de ocho á 30 minutos.

Ciertos manantiales presentan una particularidad notable en el calor de sus aguas, llamadas por esto *termales* ó calientes. En la Aubernia hay muchas de estas aguas entre otras las de Sales-la-Source, que estan casi hirviendo y de lasque los habitantes se sirven para calentar sus habitaciones durante el invierno. El mismo uso pudiera hacerse en España con alguna de las mas calientes (véase *Aguas minerales*, pág 123.) La causa productora de este fenómeno no se conoce; solo se presume que es debido al calor central del globo, pues las aguas termales vienen de una profundidad mas considerable que las de los demas manantiales.

Cuando las aguas han salido de la tierra forman *arroyos* que llevan por todas partes la fecundidad y la abundancia, y recibiendo en su tránsito las de otros manantiales, se transforman en *riachuelos* y *rios*, que no se diferencian mas que por su grandor y por el sitio en que desaguan. Su curso presenta ciertos fenómenos notables: desde luego la rapidez de su corriente depende siempre de la mayor ó menor inclinacion de su lecho; pero esta no es menester que sea muy considerable, para que el curso de sus aguas sea rápido. El Rhin, que no

tiene mas de un metro de inclinacion por milla, es un rio bastante rápido; el de las Amazonas tiene poco mas de una línea de pendiente por legua, y sin embargo no corre lentamente. Pero la rapidez no es la misma en toda el agua corriente: la próxima á las riberas corre mas lentamente que la de su superficie; las capas inferiores de en medio de la corriente se hallan con bastante frecuencia en un estado de estancacion, ó esperimentan un movimiento retrógrado conocido bajo el nombre de contracorriente, movimiento que se observa cuidadosamente en ciertos rios rápidos á fin de aprovecharse de él para subirlos.

Cuando la inclinacion del terreno es uniforme, el movimiento de las aguas lo es tambien, pero muchas de las corrientes tienen el plano desigual; entonces presentan ciertos saltos á que se da el nombre de *cascadas* en los arroyos, y *cataratas* en los rios grandes; estas últimas, cuando son pequeñas, dañan mas ó menos á la navegacion, sobre todo cuando las aguas estan bajas; si son considerables la impiden totalmente; tales son las del Rhin cerca de Shaffos que tiene noventa y cinco pies de elevacion, y la del rio de San Lorenzo llamada de Niagara, de donde cae el agua de ciento cincuenta pies de altura.

Otra particularidad que hay que observar en las aguas corrientes, es su desaparicion por debajo de la tierra. Esto sucede siempre que en su paso encuentran alguna montaña cavernosa, ó un terreno blando y esponjoso. Un ejemplo notable de la primera de estas desapariciones es la del Ródano que al llegar cerca del fuerte de la Esclusa, penetra en una caverna profunda de cinco á seis metros de anchura, y desaparece en una estension de cien metros sobre poco mas ó menos; de la segunda lo es nuestro Guadiana.

Otro fenómeno propio de las aguas corrientes es el que se conoce bajo el nombre de *barra* : consiste en el movimiento retrógrado que esperimentan , ya en su embocadura, ya en su confluencia de resultas de la resistencia que la marea ascendente ó las aguas del otro confluente oponen. Algunas veces es poco notable , pero en otros casos es violento y terrible; tal es el *reflujo* de la Dordoña que arrastra en su movimiento los barcos y aun las casas.

Pero no toda el agua que cae de la atmósfera y que se filtra en el seno de la tierra vuelve siempre á la superficie para formar manantiales en ella, sino que algunas veces se acumula en una concavidad sin salida donde permanece hasta que un accidente viene á abrirla paso al esterior. Supóngase , por ejemplo , que penetra por el punto *a* (lam. IV. fig. 3.) en las capas *ccc* que son permeables , al paso que las capas *lll* son impermeables ; es claro que seguirán las undulaciones de esta última llenando toda la estension de las capas *ccc*. Si en este estado de replecion de dichas capas se practica en el punto *C* una abertura que llegue hasta el depósito , el agua se dirijirá allí naturalmente de todos los puntos y se tendrá un pozo comun ; pero si se hiciese la abertura en el punto F , el agua saltaria con fuerza y se elevaria hasta una altura igual á la de su mayor nivel en el depósito dicho.

En el conocimiento de este último hecho esta fundado el taladramiento de los *pozos artesianos* (1) ó *fuentes ascendentes*. Cuando existe debajo de un pais un depósito que tiene alguna parte de su nivel á mayor altura que la superficie del suelo, lo que se verifica siempre que el terreno se encuentra al mismo nivel

(1) Se llaman así por ser en el Condado de Artois donde por la vez primera se practicaron.

que el mar, ó un poco mas elevado, basta horadar la tierra hasta este depósito; luego que se ha llegado, sale el agua con una fuerza algunas veces increible. Una de estas fuentes ascendentes situada cerca de Perpiñan suministra unos cuatro mil cuartillos de agua por minuto.

Es de advertir que no es necesario para poder establecer un pozo artesiano que haya montañas inmediatas, porque el agua camina por conductos subterráneos á distancias increibles del punto por donde se introduce. Un pozo de esta naturaleza abierto sobre las costas del Océano podria ser surtido por el agua que descendiese de la cima de los Alpes, y en general se puede ensayar el taladramiento en todo pais, con tal que exista sobre el continente donde se encuentra una gran cordillera de montañas mas elevadas que el parage donde se quiere establecer el pozo.

De los hielos y nieves perpetuas. No siempre el agua esta sobre la tierra en el estado líquido; condensada en hielo ó nieve, forma algunas veces montones enormes que cubren la cima de las mayores elevaciones del globo. Así es como la cumbre de los Alpes y de todas las cordilleras de montañas se encuentra coronada de hielos y de nieves perpetuas, cuya cantidad jamas disminuye de una manera visible. La formacion de estos montes de agua condensada se esplica fácilmente por la atraccion que la cima de las montañas ejerce sobre las nubes, y por el frio que continuamente hace en todas las grandes alturas. Cuando cediendo á la atraccion una nube fuertemente cargada de vapores acuosos, se aproxima á la cima de una de estas elevaciones, este vapor encontrándose sometido á un frio mas intenso, se condensa rápidamente, y segun que cae en copos ó en agua contribuye á la formacion de un *ventisquero* ó de una

montaña de nieve. La altura á que se hallan las nieves perpetuas varia mucho con las diferentes latitudes; es de 4,300 metros bajo la línea, pero va disminuyendo desde el ecuador á los polos, en que es ninguna, y todavía baja mas rápidamente en el hemisferio austral.

Para averiguar aproximadamente los límites de las nieves perpetuas en una localidad dada, es preciso multiplicar 160 metros, altura media que corresponde á la baja de un grado cuando se asciende, por la temperatura media del pais; sin embargo, es preciso advertir que este método rara vez da resultados enteramente acordes con la esperiencia. La esposicion del suelo y las demas circunstancias locales influyen mucho en el límite de las nieves perpetuas, generalmente es mayor en los vertientes meridionales, y por el contrario mas bajo en los setentrionales.

Se podrá preguntar aquí cuales son las utilidades que presta esta inmensa acumulacion de agua sólida en las cimas de las montañas. No es dificil de responder á esta cuestion: el agua dulce es una de las primeras necesidades de los seres órganizados, por consiguiente es preciso que siempre la tengan á su disposicion, sin la cual su existencia se encontraria comprometida. Mas puede suceder que por los muchos y continuados calores no llueva nada por algun tiempo en ciertos paises y se agoten de esta suerte el agua en todos los depósitos que en ellos se encontrasen. En este caso la nieve y el hielo de las montañas, sometidos durante este intérvalo á una temperatura mas elevada, se derriten en mas cantidad que de ordinario, y alimentan con abundancia los rios á cuya sustentacion estan aquellos destinados. Los ventisqueros son pues inmensos depósitos que suplen á la atmósfera, cuando los calores prolongados é intensos impiden que nos suministre el agua indispensable á nues-

tras necesidades, y se observa que estos depósitos llenan tanto mejor este objeto, cuanto que las fuentes surtidas por ellos, jamas corren con tanta abundancia como durante las grandes sequedades, porque entonces el calor hace derretir la nieve y el hielo en mayor cantidad. A estos ventisqueros deben su orígen casi todos los grandes rios de la tierra, pues toman su nacimiento al pie de alguna montaña muy elevada y cubierta de hielos y nieves perpetuas.

De la tierra.

La porcion sólida de nuestro globo, envuelta por las aguas y la atmósfera, no es homogénea y tiene una densidad dificil de determinar, tanto por las diferentes materias de que se compone como por las grandes cavidades y vacíos que en ella se observan; no obstante es posible aproximarse y reconocer que no es la misma la de su corteza mineral que la de su masa interior, pues siendo la de aquella poco mas de la mitad de la densidad media del globo, la de la masa de cerca de 7.

Si bien se encuentra una grande diferencia entre la densidad de la superficie y la del centro no es menor la de su temperatura.

La temperatura de la superficie de la tierra, ó por mejor decir la de la capa atmosférica inmediata á ella varia considerablemente en diferentes parages en la misma época, y en un mismo lugar en épocas muy diferentes. Todos saben que hace ordinariamente mas calor al mediodia que por la mañana, y que el dia es menos frio que la noche: estas variaciones son debidas á la accion de los rayos solares, y esta misma accion segun que obra mas ó menos oblicuamente sobre un punto del globo, determina las diferentes estaciones.

La posicion geográfica contribuye mucho tambien, pues cuanto mayor sea la latitud, ó la aproximacion á los polos, con mas oblicuidad caerán los rayos solares, y por consiguiente menos calentarán; y vice versa. Otras causas concurren igualmente á hacer variar la temperatura: la inmediacion de las montañas enfria las llanuras y recíprocamente la proximidad de estas eleva un poco la temperatura de las montañas. La proximidad del mar, el desmonte de los terrenos y la desecacion de los pantanos y de los lagos disminuye sensiblemente las temperaturas estremas. Los vientos ejercen tambien su influencia, elevan y bajan la temperatura, segun que vienen del ecuador ó del polo; en fin, las lluvias obran de la misma manera.

Las observaciones han demostrado que el máximo á que puede subir un termómetro cuando se le coloca á 2 ó 3 metros de elevacion sobre el suelo y de toda reverberacion, es de 46 grados del centígrado, mientras que en alta mar la temperatura del aire jamas pasa de 31, que el agua del mar bajo la línea nunca tiene mas de 30 grados de calor, en fin, que el mayor frio que se ha observado es de 50 bajo 0. La temperatura media á la orilla del mar es de + 30 en el ecuador y de — 12 en el polo boreal. La temperatura media de un lugar, es el resultado de una larga serie de observaciones termométricas hechas todos los dias y en todas las estaciones: se toma la temperatura *máxima* y la *mínima* de cada dia, que sirven para calcular las temperaturas medias de cada mes; estas dan la del año; las medias de varios años 10,15,20, dan, haciendo su suma y dividiéndola por el número de años que se tomen, la temperatura media del lugar. Del mismo modo se averiguan las de cada mes, solo que es preciso empezar por hacer las sumas separadas de máximas y mínimas que se dividen por el número de dias del mes; des-

pues el resultado se divide por dos. Se llaman líneas *isotermas* las que se suponen pasar por los lugares que tienen las mismas temperaturas medias. Si la superficie tuviese por todas partes la misma altura, estas líneas serian casi paralelas al ecuador, sin embargo, se ha observado que á las mismas latitudes las costas espuestas al oriente tenian una temperatura mas baja que las demas.

De que la temperatura media actual no cambie no se debe concluir que ha sido siempre lo que es; al contrario ha debido variar considerablemente como se verá mas adelante por los restos de vegetales y animales que se encuentran en las regiones polares y que ahora no pueden vivir mas que en las mas cálidas de la tierra, como palmeras, elefantes, &c., al paso que en esta época la zona tórrida no era quizá habitable en razon de su alta temperatura.

Las variaciones anuales y diurnas de la temperatura de la superficie de la esfera terrestre se hacen cada vez menos sensibles á medida que se penetra en lo interior de la tierra, y cesan enteramente á un centenar de pies: en las cuevas del observatorio de París, á una profundidad de 28 metros, la diferencia es solo de $\frac{1}{30}$ de grado; y esta temperatura es muy superior á la media del lugar de la observacion. La temperatura media de un parage está bastante bien representada por la del agua de los pozos de los que se saca poca. Partiendo de esta profundidad la temperatura se eleva gradualmente y con bastante rapidez conforme se penetra mas adentro. Las observaciones que se han hecho en diferentes paises, como en Inglaterra, Francia, Méjico, Sajonia y Suiza, unas en las aguas de los pozos artesianos ó en el aire de las minas, otras en las aguas estancadas ó en los manantiales; otras en fin tomando la tempe-

ratura de las rocas á diferentes profundidades, de las que algunas llegaban á 522 metros, como en las minas de plata de Guanajuato, han dado por resultado este aumento de la temperatura segun se desciende, pero en distintas proporciones segun los parages. En unos 15, 19, 26, 30, 37, ó mas metros por cada grado de elevacion del mercurio en el termómetro, pero que por término medio viene á ser 1 grado por 25 metros. Así se ha calculado que la temperatura del agua hirviendo se encontraria á unos 2500 metros, y á unas 55 leguas de profundidad debia ser de 100 del pirómetro de Wedgwod cuyo 0 equivale á 500.° del centígrado y cada grado de 70 á 75 del mismo termómetro; temperatura capaz de fundir todas las lavas y la mayor parte de las rocas ordinarias; aunque es de pensar que por la enorme presion que esperimentan la necesiten mayor para fundirse que lo que exigirian en la superficie de la tierra. El mismo cálculo indica que la temperatura central debe ser de unos 3000.° de este pirómetro.

Todos los resultados pues de la esperiencia y del cálculo demuestran de un modo claro que es estremamente probable, si no cierto, que el interior de la tierra está en estado de fusion.

Nuestro planeta está tambien dotado de una fuerza magnética bastante considerable para que una barra imanada, colocada de modo que pueda moverse libremente al rededor de su centro de gravedad, tome por sí misma en cada lugar, cierta direccion que se ha convenido en llamar *meridiano magnetico.* En puntos poco distantes unos de otros esta direccion es sensiblemente la misma; pero varía mucho si media cierta distancia, cualquiera que sea por otra parte la direccion en que se marche.

En el mismo lugar, la direccion de la aguja imana-

da varía con las épocas del dia y las del año. El ángulo que forma el plano vertical pasando por esta aguja, con el meridiano astronómico, se llama *declinacion* de la *aguja*, y su *inclinacion* es el ángulo que hace con la línea horizontal. Cuando no está en el *ecuador magnético* (línea en que la aguja imanada está perfectamente horizontal ó sin inclinacion), la estremidad de la aguja vuelta hácia el polo del hemisferio en que se encuentra, está siempre debajo de la línea horizontal. Esta inclinacion aumenta á medida que se aproxima á los polos magnéticos, en los que la aguja debe estar vertical.

Las variaciones que esperimenta el magnetismo terrestre así en fuerza como en su direccion son ocasionadas, á lo menos en gran parte, por las del calor solar en la superficie del globo. Las líneas de igual intensidad magnética, líneas *isodinámicas*, presentan en los dos hemisferios undulaciones enteramente análogas á las líneas *isotermas*. El ecuador magnético, parece ser segun las observaciones hechas hasta el dia, el lugar de las mas altas temperaturas y de las menores intensidades magnéticas observadas en cada meridiano.

La intensidad de las fuerzas magnéticas crece yendo desde el ecuador magnético hácia las regiones polares, en donde es mayor en los puntos en que la intensidad del frio es mas considerable. Hácia estos mismos puntos es donde parecen convergir todos los meridianos magnéticos, de modo que cada uno de ellos es la curva que seguiria un navegante marchando siempre en la direccion que le marcase la aguja imanada. Estos puntos han sido llamados *polos magnéticos*; y aunque su posicion no ha sido rigurosamente determinada, sin embargo, resulta de las observaciones de inclinacion y de intensidad magnéticas hechas por los viageros que han recorrido las regiones glaciales, que existe uno al norte de la bahía de

Hudson bajo al 70,° de latitud N y el 100° de longitud O de Paris, y otro al sur de la Nueva Holanda bajo el 76° de latitud S, y entre los 130° y 140° de E.

De la superficie de la tierra.

La superficie de la corteza mineral del globo no está lisa, sino que al contrario presenta un gran número de desigualdades en las que es dificil á primera vista reconocer las leyes á que ha estado sujeta su configuracion, aunque sea evidente que estas leyes existen; puesto que en las regiones mas lejanas se distinguen formas idénticas en sus detalles, y que en las asperezas en la apariencia mas complicadas se nota siempre una tendencia á una disposicion regular y simétrica. En efecto, existen relaciones constantes entre la configuracion y composicion del suelo, relaciones que el estudio sucesivo de los diversos terrenos nos permitirá analizar; pero aqui nos contentaremos con describir las formas mas ordinarias que afectan las masas minerales.

Bajo la denominacion genérica de *montaña,* los geólogos entienden las elevaciones un poco considerables, ó las asperezas salientes en la superficie de la tierra; las pequeñas montañas toman el nombre de *colinas*, y cuando estan aisladas se llaman *montecillos* ó *cerros* segun su elevacion. Los grandes espacios horizontales lisos ó ligeramente redondeados reciben el nombre de *llanuras*.

Por grandes que nos parezcan las elevaciones de las montañas, estas desigualdades no son nada considerables si se comparan con la masa total del globo, por que las mas altas montañas no tienen mas de ocho mil metros de elevacion, y los mas profundos abismos del Océano no llega á la mitad de esta distancia; por lo que no se da mas de doce mil metros á las mayores

desigualdades de nuestro planeta. Pero si se atiende al grandor del diámetro de la tierra se verá que estas desigualdades no son tan grandes respecto de ella, como las pequeñas eminencias de la naranja mas fina con relacion al todo de esta fruta. Mas cuando se reflexiona lo importantes que son para el hombre, y sobre todo cuando se indaga la causa que las ha podido producir, se encuentra que por pequeñas que sean no por eso dejan de ser menos dignas de nuestra observacion é interes. Sin hablar de las ventajas que la agricultura y metalurgia pueden sacar de su conocimiento, ¿quien ignora la influencia que ejercen sobre los climas, y por consiguiente sobre todos los seres organizados que habitan en sus inmediaciones? Una planta busca la pradera, otra las montañas; ciertos animales gustan de los paises frios ó templados, otros no pueden vivir sino en los lugares espuestos á fuertes calores, pues que todas las diferencias de la temperatura del globo dependen de tal suerte de las irregularidades de su superficie que hay como hemos visto, bajo la zona tórrida montañas cubiertas de perpetuas nieves.

Cuando se estudian las montañas detalladamente, estas presentan formas muy diversas, ya de *cúpula* ó *masas redondeadas*, ya de *picos* agudos y aislados, ó de grupos dentados bajo la forma de *agujas*; otras veces son *crestas* ó sinuosidades que surcan la superficie bajo la forma de arrugas, ó bien *mesetas* ó *esplanadas* sostenidas por escarpas mas ó menos rápidas. Aunque cada una de estas formas sea susceptible de variar al infinito, existen entre los montes en forma de cúpulas agujas, crestas y mesetas de todas las diversas regiones del globo analogías que denotan una identidad general en los fenómenos generadores. Esta idea se confirma completamente cuando se llega á abrazar la to-

talidad de los paises montañosos: entonces se ve que las masas montañosas considerables constituyen *grupos*, y mas frecuentemente *cordilleras*, cuya estructura está sujeta á leyes de simetría, que son muy útiles al observador que estudia su composicion geométrica.

Una *cordillera* es una eminencia longitudinal, que sigue una direccion determinada, y que se descompone generalmente en ramales paralelos. Las montañas mas elevadas estan alineadas con el centro y forman la cima ó línea de division de las aguas; la altura de los ramales paralelos á cada lado de la arista central, va siempre disminuyendo, hasta que se confunden con las llanuras circundantes. La cima ó cumbre de una cordillera no es siempre en forma de cresta; muchas veces se encuentran esplanadas prolongadas de estension variable al remate de las pendientes laterales ó vertientes. Cuando la totalidad de la cordillera se descompone en muchos ramales paralelos, las depresiones que separan unas de otras son llamadas valles longitudinales; estos valles estan cortados en ángulos rectos por los valles laterales, depresiones que descienden desde la cima, y se separan en las diversas masas constituyentes. Las aristas perpendiculares á la arista general de la cadena que separan estos valles laterales ó transversales estan surcadas por arrugas cortas y rápidas que dejan entre sí depresiones aparentes, pero profundas y estrechas llamadas *gargantas*. Generalmente las cimas de segundo órden empiezan por una interrupcion ó escotadura de la cima principal que se designa con el nombre de *hoz*; estas escotaduras sirven de paso para ir de un vertiente á otro.

Las cordilleras se cruzan unas con otras, de modo que forman aglomeraciones difíciles muchas veces de analizar, pero cuyo orígen por lo comun se reconoce en que no tienen la regularidad de los grupos. Un grupo

es un conjunto de montañas redondeado, cuyas masas culminantes ocupan la parte central. Muchas veces estas masas consisten en una aglomeracion general de picos ó de montes de cima redondeada, pero otras veces estan dispuestas alrededor de una depresion central, que tiene la forma de un circo profundo, y de donde parten los valles principales del pais. De estas masas centrales parten tambien, como otros tantos radios, contrafuertes y aristas divergentes, que forman entre sí valles que van siempre ensanchándose. Esta disposicion unitaria distingue suficientemente los grupos de las intersecciones de las cordilleras que algunas veces tienen la apariencia de estos á primera vista; mas adelante veremos que estas dos formas de grupos y de cordílleras resultan en efecto de fenómenos siempre distintos, aunque su orígen sea el mismo.

Las cordilleras forman los lineamientos mas característicos de la superficie del globo. Así las cordilleras de los Andes, de los Alpes y Pirineos, la de los Apeninos la Escandinava, &c., tienen la mayor influencia sobre la forma de las masas continentales. En efecto, cuando se llegan á analizar las direcciones de estas masas, se ve que coinciden casi siempre con los ejes de las principales cordilleras.

En cuanto á los paises llanos, sus formas son menos marcadas, y las líneas horizontales que presentan en todas partes no ofrecen ningun carácter particular; sin las variaciones de vegetacion y clima, hubiera identidad completa en la mayor parte de ellos. Los paises mas trastornados, en que las aguas corrientes han formado algunos valles ó en los que los planos diversamente inclinados, estan separados por ribazos, variados con alguna que otra colina, presentan caractéres mas fáciles de apreciarse; estos paises estan divididos en cuencas

por líneas mas ó menos prominentes que determinan la distribucion de las aguas.

Las grandes desigualdades del suelo submarino son de la misma naturaleza que las de los continentes; esto resulta evidentemente de la estructura y disposicion relativa de las islas, que presentan los mismos caractéres que las partes superiores de las cordilleras y grupos de montañas. Pero esta identidad no se observa en los pormenores, porque las aguas superficiales que tienden á escavar y modificar las superficies continentales, tienden por el contrario, como se verá en lo sucesivo á nivelar el fondo de los mares ó las materias que continuamente conduce. Sin duda las corrientes tienen muchas veces una fuerza suficiente para producir en el fondo de los mares efectos análogos á los de las aguas dulces sobre los continentes; pero la mayor parte de estas corrientes, á lo menos en los mares muy profundos, son superficiales, y los valles así escavados deben presentar pendientes casi insensibles.

De la estructura de la corteza de la tierra.

El hombre no se ha limitado al conocimiento de la superficie de la tierra, sino que tambien ha querido conocer su interior, á lo ménos hasta adonde le ha sido posible penetrar; sin embargo sus nociones acerca de la estructura no son muy estensas, porque el espesor de la corteza del globo accesible á sus observaciones no es muy considerable. Hasta el presente, las cavidades naturales conocidas son poco profundas; las aguas y las demas circunstancias locales han detenido al hombre en su trabajo siempre que ha querido penetrar en lo interior de la tierra. Las montañas, en cuyas escarpas se ven muy bien las partes que las componen no tienen jamas una grande

altura comparada con la longitud del radio terrestre. Las minas de Guanajuato en Méjico que son las mas profundas que se conocen, no descienden mas que 522 metros de la superficie del suelo, y las de carbon de piedra de Anzin que llegan á 350 metros de profundidad y á 300 debajo del nivel del Océano, es la mayor profundidad absoluta, á la que se ha llegado hasta el dia. Por el contrario, los puntos mas altos á que han subido los observadores son la cima del Monte Blanco, situada á 4810 metros de elevacion, y el Chimborazo en el Perú á 5900 metros. Es verdad que en el centro del Asia sobre la cumbre de la cordillera que separa la India de la Tartaria, existen puntos que se elevan á mas de 8 mil metros sobre el nivel del mar; pero esta es una altura á la que nadie ha subido, así pues 5900 + 500 m. = 6400 m. es la mayor diferencia de nivel recorrida por el hombre, lo que viene á ser con corta diferencia la milésima parte del radio terrestre. Pero nosotros no conocemos un espesor tan grande en nuestro globo, porque las capas que entran en la composicion de las altas montañas estan inclinadas, y con frecuencia de una manera considerable; pues esta delgada película transtornada por un gran número de revoluciones sucesivas, solo se compone en el dia de ruinas, y bajo este concepto pudiera compararse con los monumentos que nos quedan de los pueblos antiguos.

Sin embargo, en medio de estas ruinas que á primera vista presentan la imágen del caos se observa cierto órden: se ve que la formacion de las grandes masas de que provienen, ha estado sometida á las leyes generales del universo, y aun los trastornos mismos que han esperimentado son consecuencias naturales de estas sublimes leyes.

Las observaciones geognósticas no se han estendido

aun sobre toda la superficie del globo, y esto jamas podrá verificarse, puesto que las tres cuartas partes de esta superficie estan sumerjidas debajo de las aguas; pero aunque las observaciones esactas no se han hecho mas que en Europa, en América y en una pequeña parte del Asia, Africa y Oceanía, la esperiencia ha acreditado que las leyes de geognósia, cuando han sido bien comprendidas y sobre todo bien aplicadas, no sufren modificaciones notables al pasar de una region á otra, cualquiera que sea la distancia que la separe: el órden constante reconocido entre ciertas capas del globo en Francia, en Inglaterra ó en Alemania, se ha hallado el mismo bajo los hielos de los polos y de los fuegos del ecuador.

De la composicion, caractéres y clasificacion de las rocas que constituyen la corteza de la tierra.

De todas las sustancias minerales que se han encontrado en la corteza mineral del globo, no hay mas que un pequeño número que entran en la composicion de las rocas. Solo se ha dado este nombre de *rocas* á los minerales y á las asociaciones de minerales que se encuentran en masas bastante considerables para que se puedan mirar como principios constituyentes del globo; las demas son sustancias accidentales que estan engastadas en las rocas, en masas ó en riñones, en vetas ó en filones, en partículas ó en cristales diseminados.

Los mas interesantes de los principios constituyentes de las rocas son, por el orden con que han sido ya descritos: 1.° el carbono; 2.° el cuarzo; 3.° la arcilla; 4.° el talco; 5.° el yeso; 6.° el carbonato de cal; 7.° la dolomia; 8.° la piróxena; 9.° el anfibol; 10 el feldspato; 11 la mica; 12 el hierro oxidado; 13 el peróxido de hierro (*hematites roja, hierro oligisto*); 14 el hidróxido de hierro

(*hematites parda*); 15 el carbonato de hierro; 16 el sulfuro de hierro (*pirita*). Los granates, la cal fosfatada y fluatada, la dialaga, la sal comun, el manganeso oxidado, hidratado y siliciatado, la piedra calaminar y la pirita de cobre llegan á veces á formar rocas pero no son tan abundantes como las precedentes.

Estas sustancias constituyen aisladamente lo que se llama *rocas simples*: en general presentan un aspecto homogéneo, ó que á lo menos no varia sino en límites bastante estrechos. Las rocas llamadas *compuestas*, es decir, que resultan de la asociacion de una, dos y aun de tres de estas sustancias, ofrecen por el contrario un aspecto ordinariamente heterogéneo, de tal suerte que la vista puede percibir los diversos principios constituyentes: mas algunas veces estan formadas de una sola especie bajo dos estados diferentes, como por ejemplo, de cristales engastados en la misma especie mineral, pero compacta. Cuando en las rocas compuestas las partes constituyentes estan á veces tan íntimamente mezcladas que no se pueden distinguir á simple vista, se llaman rocas *adelógenas*: son *fanerógenas* aquellas cuyos componentes en porciones mas ó menos grandes, pueden verse mas ó menos fácilmente; como puede presumirse hay otras intermedias entre estas clases, y muchas veces es dudoso que pertenezcan mas bien á una que á otra.

Caractéres. Para distinguir unas rocas de otras se emplean los diferentes medios que hemos indicado para conocer los minerales, como la dureza, la tenacidad, la fractura, &c, &c. Hay no obstante algunas en las que deben tomarse algunas precauciones inútiles para las demas especies minerales.

Para ensayar la accion de los ácidos, es preciso servirse de ácido diluido en agua, observar si hay cambio de color en la superficie: si en frio hay disolucion, des-

pues separando el líquido, cuando la accion en frio ha cesado, reemplazar este ácido despues de haber lavado el ejemplar, por nueva cantidad de ácido diluido en otro tanto de agua, y calentar gradualmente hasta la ebulicion; separar este nuevo líquido, lavar lo que queda de la roca, si todo no se ha disuelto, para tratarla en caliente por el ácido concentrado. Los ácidos concentrados que se emplean son el nítrico, el hidroclórico y algunas veces el sulfúrico.

Cuando se quiere ensayar la accion del soplete, se procura obtener por la fractura un fragmento ó astilla bien fina. Este fragmento cogido con unas pinzas, se pone en seguida á la llama activada por el soplete, pero procurando no producir demasiado calor: por esta precaucion si la roca está compuesta de elementos poco fundibles y otros que lo son fácilmente, llegándose solo á fundir estos últimos, darán glóbulos que por su color y aspecto indicarán su especie; despues se podrá ensayar fundir el resto empleando un fuego mas fuerte.

Muchas veces la lente no es suficiente para distinguir si una roca es compuesta ó no, y entonces es necesario recurrir al microscopio. Despues de haber triturado la roca muy finamente para separar sus componentes se ponen algunos granos sobre el porta objeto, y no se toma por reflectador mas que una hoja de papel, porque la luz viva del espejo atravesaria los granos transparentes y sin color, impediria distinguir sus formas, y por consiguiente la naturaleza de los diferentes elementos que pueden entrar en la composicion de la roca. Algunas veces sucede que ciertas rocas parecen adelógenas cuando se observa su fractura; pero si se pulimenta, esta operacion hace resaltar los caractéres de una roca fanerógena.

Ya hemos visto en la mineralogia la definicion de algunas estructuras que nos contentaremos con citarlas, ta-

les son la sacaroidea, la granuda, la compacta, la celular, &c.; pero otras que pertenecen mas especialmente á las rocas, deben describirse.

Se llama *granitoidea ó granitoidal*, la de una roca formada de fragmentos cristalinos ó de minerales cristalizados, agrupados irregularmente y contemporaneos; *porfiroidea*, la que presenta una masa principal compacta, sacaroidea y aun granitoïdea en la que están diseminados gruesos cristales que han sido formados al mismo tiempo que ella; *globular*, la compuesta de una masa compacta que envuelve glóbulos; á veces estos son tan poco visibles que parecen simples manchas, y entonces se la da el nombre de *variolítica*; *glandulosa ó amigdaloidea*, á la de las rocas formadas de una pasta ordinariamente compacta, rara vez granitoidea y que contienen nódulos mas ó menos aplastados ya contemporaneos ó posteriores. Los primeros tienden á cristalizar esteriormente; su composicion se aproxima á la de la pasta, escepto cuando estan formados de capas concéntricas: los globulos posteriores tienen capas concéntricas en medio de las cuales se encuentra muchas veces un vacio: á veces hay una cristalizacion interior. La estructura es *entrelazada*, cuando resulta de la mezcla de capas de varias sustancias minerales que se han cruzado: y *arenácea ó fragmentaria*, la de las rocas que estan compuestas de fragmentos angulosos ó redondeados, mas ó menos voluminosos de otras rocas preexistentes unidos por una pasta que algunas veces no es mas que arena fina; cuando los fragmentos son gruesos forman *brechas*, si son angulosos, ó *pudingas*, si redondeados; en algunos casos son tan finos como en las areniscas, en las que sucede que no son visibles sino con la lente; la pasta es algunas veces invisible.

Clasificacion de las rocas. La clasificacion de las rocas

puede variar casi arbitrariamente en razon de las numerosas mezclas de que resultan y segun sus diferentes contesturas. La mayor parte de los métodos estan fundados sobre la contestura ó en la composicion: esto último es lo mas racional. En este caso, bajo una misma denominacion de familia se comprende, no solo la especie pura, sino tambien las rocas en que la sustancia está mezclada con otras cuando es el principio esencial, sean adelógenas ó fanerógenas, simples ó compuestas. Así, segun que cada uno de los principios constituyentes llega á predominar en las rocas compuestas y á darlas sus caractéres, pueden formarse diversas familias de rocas, divisibles en especies, que pueden á su vez subdivirse en variedades principales ó subespecies. En cuanto al orden de esposicion de familias es indiferente; pero pueden colocarse primero las que comunmente son simples y entran en la composicion de las especies de las otras rocas que siguen; estas familias son: 1.ª las rocas *ferríferas*, 2.ª *carboníferas*, 3.ª *calizas*, 4.ª *cuarcíferas*, 5.ª *feldspáticas*, 6.ª *micáceas*, 7.ª *talcosas*, 8.ª *arcillosas*, 9.ª *piroxénicas*, 10 *anfibólicas* 11 en fin, las rocas de agregacion.

Rocas ferríferas.

Las rocas ferríferas son: el *hierro oxidulado*, gris negruzco, de fractura muchas veces vidriosa; el hierro *oligisto* bien caracterizado por su aspecto metálico y su polvo rojizo; el hierro *hidroxidado*, que tiene generalmente todos los caractéres del moho de hierro y su polvo de color amarillo; el hierro carbonatado, que es *litoideo*, compacto, pardo y sin cristales, y el hierro *espático* con frecuencia laminar, y cristalizado en romboedros; en fin, el hierro *sulfurado*, al que su color amarillo, lustre metálico y frecuente

cristalizacion en cubos, hacen muy fácil de conocer.

Rocas carboníferas.

Las rocas carboníferas son poco númerosas, y por otra parte todas conocidas como combustibles. Estas son:

La *antracita*, negra, granuda, de fractura tierna, que arde difícilmente sin llama ni humo; la *hulla* ó *carbon* de *piedra* de color negro brillante, que arde fácilmente con llama y humo; la *lignita* caracterizada por su estructura todavía leñosa; la *turba* sustancia parda, que arde dando un olor fétido.

Rocas calizas.

El carbonato de cal ó caliza se presenta en roca bajo los aspectos mas variados; sus usos como piedra de cal y como mármol, son tan conocidos que estos aspectos son familiares para todo el mundo. Se distingue principalmente la *caliza sacaroidea*, ó marmol, mas ó menos cristalizada, diversamente colorada por diversas sustancias estrañas; la caliza *compacta*, cuya testura apretada se ha aprovechado para hacer de ella las piedras litográficas; la caliza *cretácea* ó *creta*, fácil de conocer en su blancura y friabilidad; la caliza *tosca*, que es la piedra de construccion mas ordinaria en Francia; la caliza *oolítica*, compuesta de pequeños granos ovoideos, aglutinados entre sí; la caliza *margosa* ó *arcillosa*, que es una mezcla de caliza y de arcilla que segun las proporciones de cada una de estas dos rocas, presenta los caractéres de la otra; y la caliza *silícea*, mezcla de caliza y de cuarzo, que sin gran dificultad puede conocerse por su dureza.

La *dolomia* se presenta con bastante frecuencia en

masas considerables; tan pronto es granuda y mas dura que la caliza, como térrea y desmoronable.

El *yeso*, tan conocido en los alrededores de Madrid con el nombre de piedra de yeso, es una roca amarillenta, muchas veces cristalina, otras veces blanca y granuda, accidentalmente fibrosa y laminar.

Rocas cuarcíferas.

Estas son: el *cuarzo*, granudo, compacto, duro y tenaz, cuyos colores son ordinariamente claros; el *silex*, compacto, pardo ó negro conocido con el nombre de piedra de chispa; el *jaspe*, de colores vivos; el cuarzo *concrecionado* ó *silex cariado*, de estructura cavernosa; en fin la piedra *lidia* ó de toque, que es un pedernal negro, compacto y susceptible de pulimento.

Rocas feldspáticas.

La familia de las rocas feldspáticas es la mas numerosa y variada de todas. Ademas de las variedades de feldspato laminoso, compacto ó granudo, comprende:

El *pórfido*, que es una pasta de feldspato compacto, con cristales de feldspato laminar, y algunas veces tambien mezclados con cristales de cuarzo. Los pórfidos son muy variables en sus colores y aspectos. Asi se distinguen el pórfido *rojo* ó *sienítico* que contiene algo de anfibol, y es casi siempre rojo; el *verde* de que tanto usaron los antiguos, cuya pasta es de feldspato compacto anfiboloso, con cristales de feldspato grasiento y verdoso; por último el *pórfido globular ó piromérida*, roca en la que se encuentra, en medio de una pasta de feldspato compacto amarillento, cristales de feldspato y de cuarzo, y pequeñas masas orbiculares de

testura radiada. Los pórfidos son piedras de ornamento, pero particularmente la última variedad que pulimentada es muy hermosa.

El *granito*, es una mezcla de feldspato, cuarzo y mica en proporciones variables. El cuarzo está en granos irregulares, la mica por lo comun en láminas, negra, blanca ó verdosa, el feldspato en granos de diferentes dimensiones y color variable, de blanco, blanco gris ó verdoso (*granito gris*) al rojo (*granito rojo*).

Las variedades principales de granito son: el *comun*, en el que sus componentes estan diseminados casi por igual; el *porfiroidal*, con cristales de feldspato en roca granítica de grano fino; y el *sienítico*, con algunos cristales de anfibol.

Los granitos que tambien se llaman *piedras berroqueñas*, presentan algunas diferencias segun las localidades de donde se estraen. Unos tienen el grano mas ó menos fino, y otros son mas ó menos duros. Los que abundan en cuarzo se alteran poco al aire, pero no sucede asi á los que contienen mucho feldspato. Pero de todos modos esta roca es bastante dura, por lo que se la emplea como piedra de construccion para las obras sólidas. Por eso los monumentos, los pavimentos, los zócalos de los edificios, &c. suelen construirse de ella donde abunda en las cercanias, como en Madrid, donde la traen de Guadarrama. En Colmenar viejo, en Mérida y otros parages hay granito rojo. La grande dureza de los granitos les hace susceptibles de adquirir, aunque con dificultad, un buen pulimento, y de poder servir para objetos de adorno.

El *gneis*, se diferencia del granito en que la mica en pajas es muy abundante, y la roca en lugar de compacta y maciza que era, se hace hojosa ó pizarrosa. Su grano es mediano y el color variable de blanco á negro, segun la mica.

:

La *sienita*, es una mezcla de feldspato laminar, de cuarzo y de anfibol, cuyos caractéres son muy análogos á los del granito. El color del feldspato es blanquecino ó rojizo. Cuando la proporcion de anfibol es considerable, la roca es casi negra, sobre todo si contiene mica que la da el aspecto de granito, y entonces se llama *sienita granítica*, *granito negro*, *antigüo*, ó *de Egipto* y *basalto oriental* porque se asemeja mucho al basalto. Cuando contiene cristales de feldspato, es la *porfiroidal*; otras veces con cristales voluminosos de la misma sustancia, contiene tambien circones, y se llama S. *circoniana*. Cuando hay hiperstena negruzca ó rojiza, que reemplaza al anfibol, constituye una roca muy tenaz llamada sienita *hiperstènica*. Las sienitas son susceptibles de hermoso pulimento y se emplean en las construcciones. Los colosos y obeliscos egipcios estan casi todos hechos de la variedad granítica.

La *protogina*, es una mezcla de feldspato laminar, cuarzo y talco que solo se distingue por su color verdoso. Es pues una especie de granito en que el talco reemplaza á la mica, y por eso se designa con el nombre de *granito talcoso ó verde*. Por lo comun está el feldspato en granos; otras veces hay cristales gruesos de la misma sustancia. El talco tambien en algunos casos está dispuesto en capas ó en vetas.

La *pegmatita*, es un granito sin mica; el feldspato domina mucho, y el cuarzo presenta porciones de cristales que se prolongan en cierto sentido en líneas quebradas, de modo que por su disposicion se asemejan, cuando la roca está bruñida, á caractéres de la escritura oriental; por eso se llama *granito gráfico*. La pegmatita es muy abundante y la roca que principalmente da el caolin por su descomposicion; en esta alteracion la potasa del feldspato desaparece casi enteramente. Algu-

nos llaman *leptinita* á la pegmatita de grano fino. Cuando por esta atenuacion pasa al estado compacto, es la *eurita* ó *petrosilex.*

En fin, la *eufótida* es una mezcla de feldspato compacto y de dialaga. El feldspato es dominante y la dialaga ordinariamente está diseminada en cristales. Esta roca, que es con frecuencia granitoidea, tiene el fondo blanco sembrado de manchas verdes. Cuando está atravesada por pequeños filones de epidota es sumamente hermosa, adquiere un bello pulimento y sirve para los adornos de Arquitectura: una de las mas hermosas viene de Córcega, y por esto se la llama verde de *Córcega.*

En todas estas mezclas, el feldspato conserva generalmente sus caractéres mineralógicos; las rocas que siguen parece que deben considerarse como feldspato cuya composicion variaria. Estas rocas son:

La *traquita*, roca de apariencia feldspática, homogénea ó porfiroidal, de color muy variable, muchas veces escoriforme y ampollosa, áspera al tacto, de aspecto empañado y mate, color blanco, agrisado, rojizo ó amarillento, y que al soplete da un esmalte blanco. La *fonolita* ó *piedra sonora*, roca homogénea, de pasta verdosa ó blancuzca, cuya estructura tabular ó en hojas, sonoras por la percusion, es muy característica. La *retinita*, roca á medio vitrificar, trasluciente y muchas veces porfiroidal, de fractura concoidea, áspera, de estructura y lustre resinosos ó vidriosos, y color agrisado, azulado ó negro; al soplete se hincha dando un esmalte blanco, y agua por el calor. La *obsidiana*, que se llama tambien *vidrio volcánico*, vidriosa, solo algo trasluciente en los cortes ú opaca, de color por lo comun negruzco ú oscuro, aunque tambien la hay verdosa y con reflejos; al soplete se hincha y funde en un esmalte gris; suele pasar á la piedra *pomez*, y á la *estigmita* cuando

encierra cristales de feldspato que la hacen porfiroidal. De la obsidiana se hacen espejos y cuchillos. La *perlita*, es la obsidiana en estado de esmalte, cuyo color y lustre mas comun es blanco anacarado ó aperlado, pero tambien la hay gris, azulada ó verdosa. Es mas frágil que la precedente, y al soplete se hincha dando una frita blanca. La *galinacea*, roca poco abundante parecida á la obsidiana, pero que al soplete da un vidrio de color negro ó verde botella. La piedra *pomez*, roca ligera, porosa, fibrosa y dura, que parece no ser otra cosa que la escoria de la obsidiana; esta roca sirve para pulimentar. En fin, la *tefrina*, ó lava moderna, que es una roca agrisada, granuda y cristalina, ordinariamente celular ó ampollosa.

Rocas micáceas.

El *mica esquisto*, *esquisto micáceo* ó *micacita*, es una roca esquistosa ú hojosa, compuesta de cuarzo, y sobre todo de mica en pajillas brillantes, puestas de plano unas sobre otras; su color varia segun el de la mica. La *hialomicta* está esencialmente compuesta de cuarzo hialino y de mica diseminada en la que el cuarzo domina; es tenaz, de estructura hojosa, de grano bastante fino que la da el aspecto de una arenisca micácea. Cuando la cantidad de la mica aumenta un poco, la roca se hace esquistosa y forma el *cuarzo micáceo* que es un intermedio para pasar al mica esquisto. Como por lo general acompaña á los minerales de estaño se la ha dado el nombre de *granito estanífero* (1).

(1) Análogas al mica esquisto hay otras rocas de la misma estructura hojosa en las que el hierro oligisto laminar reemplaza á las pajillas de mica; tales son la *itabirita* y la *siderocrista*.

Rocas talcosas.

El *esteaquisto* ó *esquisto talcoso* contiene talco en vez de mica. Pero el cuarzo está mas dispuesto á dominar y aislarse que en el *esquisto micáceo.* La estructura es pizarrosa, el color variable de blanco á verde; cuando contiene grafito, es negruzco, suave y reluciente. Esta especie tiene algunas variedades: *porfiroidal*, cuando hay cristales de feldspato; *noduloso* si tiene nódulos de cuarzo hialino.

Se llama *serpentina noble* á un silicato de magnesia de color verde de puerro, ordinariamente compacto y trasluciente; muchas veces es la serpentina porfiroidal, y contiene láminas de diálaga brillantes y como fundidas en una pasta blanda, suave al tacto y de lustre resinoso. Esta pasta mas ó menos pura y mezclada con el hierro oxidulado, el talco y el anfibol es la *serpentina comun*, que es verdosa, manchada de colores y susceptible de hermoso pulimento. Las serpentinas se labran, y de ellas se hacen varios objetos y aun vasijas.

Rocas arcillosas.

Las rocas arcillosas estan todas compuestas de sílice y de alúmina hidratadas, que parecen proceder de silicatos de alúmina descompuestos, arrastrados y reducidos á límo. Estas importantes rocas son:

La *arcilla*, sustancia térrea que se diluye en el agua, es untuosa al tacto, tierna y homogénea; se endurece y encoge por el fuego. De esta especie hay algunas variedades: 1.ª La *arcilla plástica* ó *tierra de pipa*, que es mas ó menos fina, blanca ó amarillenta, enteramente infundible, que forma una pasta tenaz con el agua y no contiene

óxido de hierro; 2.ª la *A. figulina ó tierra* de *alfar*, ordinariamente de color gris azulado ó rojizo que debe á los óxidos de hierro, muy suave al tacto, pero que forma pasta menos trabada; 3.º la A. *esméctica ó tierra* de *bataneros* que con el agua forma pasta menos trabada, pone el agua jabonosa, de color variable gris ó verdoso; siempre fundible al soplete en una escoria negruzca. Las arcillas son muy comunes por todas partes sobre todo la figulina; en cuanto á la plástica se encuentra en Aron en Aragon, Toledo, Talavera, Segovia, Rioja y Valencia; la esmectica en Villarubia en la Mancha, en las inmediaciones de Toledo, Aragon, Vizcaya, &c. Las dos primeras sirven para hacer vidriados: la plástica finos, como platos, &c.; y la otra para obras de alfarería grosera como caños, tejas &c. La esméctica la emplean para desengrasar los paños, y mezclada naturalmente con un poco de subcarbonato de potasa y en barras constituye la tierra de sacar manchas.

Las *margas*, ó arcillas calizas son muy dificiles de separar de las arcillas, pues no son mas que una mezcla de carbonato de cal, arcilla y arena en proporciones variables; de suerte que tan pronto domina el uno como el otro de sus componentes, de donde resulta la distincion de margas *arcillosas*, *silíceas ó arenosas y calizas.* Pero todas ellas hacen efervescencia con el ácido nítrico, y se disuelven en él dejando un residuo tanto mas abundante, cuanto mayor es la cantidad de arcilla; son tiernas, deleznables y apegadizas á la lengua. Las *margas arcillosas* se diluyen fácilmente en el agua, pero se diferencian de la arcilla pura, porque forman con este líquido una pasta poco trabada; su color es verde, gris ó blanquecino. En algunas localidades sirven en la alfarería para piezas groseras. Las *margas arenosas* se conocen por la grande cantidad de arena fina que contienen, se diluyen incompletamente en el agua, no forman pasta trabada y

se emplean en el abono de las tierras. En fin, las *margas calizas* hacen mayor efervescencia con los ácidos, se diluyen en el agua, pero no forman pasta trabada. En algunos paises dan una cal pobre, pero con mas frecuencia se usan en el abono de las tierras demasiado arcillosas.

Los *ocres* son una combinacion de arcilla y de grande cantidad de óxido de hierro, de testura y aspecto térreo, que se diluyen en el agua, pero que apenas forman pasta con ella; se enrojecen al fuego, ó se aviva por él su color. Se distinguen dos variedades principales de ocre: el *rojo*, colorado por el peróxido de hierro anhidro, y el *amarillo*, que contiene tambien el mismo óxido, pero hidratado. Este último ocre, cuando está mezclado ademas con óxido negro de hierro, tiene un color pardo amarillento y constituye la *tierra* de *Siena*. El ocre rojo se encuentra en Alcocer y en Orellana de Estremadura.

La *tierra sellada* es una tierra arcillosa ocrácea pálida ó de color rosa; y el *bol arménico*, que está en masas compactas, rojas, suaves al tacto, un ocre finísimo con mayor proporcion de óxido de hierro que la tierra sellada. Ambos se han usado antiguamente en medicina, y entraban en varias composiciones farmaceúticas; entre ellas, en la confeccion de jacintos la tierra sellada, y el bol en el diascordio; pero en el dia casi estan abandonados. El *bol* se encuentra en Almería.

A las rocas arcillosas pertenecen tambien el *caolin*, la *argilolita* y el pórfido *arcilloso*.

El *caolin*, proviene de la descomposicion de las rocas feldspáticas y en particular de los granitos, pegmátitas, &c.; es blanco, térreo, deleznable é infusible, pero se endurece considerablemente por el fuego.

La *argilolita* ó *arcilla endurecida*, es una roca cuya

composicion no se conoce; térrea, mate, opaca, blanquecína, verdosa ó rojiza, áspera al tacto, ligeramente apegadiza á la lengua, que no forma pasta con el agua, ni hace efervescencia con los ácidos, y es casi infusible. Se ignora su verdadera procedencia, pero muchos la consideran como un caolin endurecido.

El *pórfido arcilloso* ó *argilófiro*, procede de la descomposicion de los pórfidos, es celular, abundante en materias silíceas con algunos cristales de feldspato compacto y empañado ó vidrioso.

Los *esquistos arcillosos* ó *pizarras* son unas rocas de composicion variable, pero que tienen por base una arcilla que no se diluye en el agua, hojosa, de aspecto homogéneo cuya fractura es suave al tacto en la direccion de las hojas, y áspera en la perpendicular á ellas. Los esquistos arcillosos se dividen en tres sub-especies principales: El *esquisto arcilloso* propiamente dicho, el *esquisto coticular* y la *ampelita*. 1.ª El primero es de testura térrea, opaca, en hojas mas ó menos delgadas de color gris azulado ó rojizo; espuesta al aire no se altera sino al cabo de mucho tiempo, y entonces se convierte en una sustancia arcillosa que forma pasta con el agua. Esta sub-especie comprende algunas variedades: la *pizarra arcillosa* ó esquisto *arcilloso tosco*, que no se divide fácilmente en grandes láminas para que pueda servir de pizarra, y cuyo color es variable; la *lustrosa*, con lustre metálico; la *comun*, tan conocida de todo el mundo; la *bituminosa*, de color negro ó agrisado, comunmente reluciente, que arde despidiendo un olor bituminoso, mas ó menos fuerte y desagradable; y la *margosa*, que hace efervescencia con los ácidos. La pizarra arcillosa y aun la comun se encuentra en las provincias de Guadalajara y de Segovia, y en Villaharta

de Toledo; la *silícea*, que es una pizarra arcillosa con mayor proporcion de cuarzo, la hay en San Ildefonso. Se usa para dibujar ó escribir en ella con lapiz ó yeso, y principalmente para cubrir los edificios. 2.ª El *esquisto coticular*, *pizarra de amolar* ó *novaculita*, es mas compacto que la precedente, y está en hojas mas gruesas; la fractura perpendicular á sus hojas es concoidea, tenaz, blanco ó blanco-amarillento. Se halla en Sierra Morena, y en el término de Onda en Valencia. Las mas finas sirven para afilar las lancetas, navajas de afeitar, cortaplumas, &c; 3.º La *ampelita* es tambien de hojas mas delgadas que la novaculita, de color negro, que mancha ó raya; se enrojece por el fuego y tiene dos variedades: la *ampelita aluminosa*, que contiene pirita de hierro en descomposicion, es de fractura suave al tacto, y que descompuesta ó humedecida despues de calcinada, adquiere un sabor dulce astringente, y produce eflorescencias de alumbre, y que se funde sin adicion formando una escoria gris oscura; y la *ampelita gráfica* ó *lápiz negro*, tierna, negra, que tizna y escribe. Las variedades mas ordinarias constituyen el *lápiz de los carpinteros*. Su color le deben al carbono de la antracita y hulla entre quienes se encuentran. La pizarra aluminosa se halla en la provincia de Guadalajara cerca de Tamajon. Cuando contiene mucha pirita de hierro se quema para hacer *alumbre*.

Los filades no se diferencian de los esquistos arcillosos, sino en que contienen varios minerales diseminados visibles y las pizarras no.

Tambien pudieran incluirse entre las arcillosas los *trípolis*, rocas deleznables y aun pulverulentas, áridas y que no forman pasta con el agua, de color agrisado, amarillento y muchas veces rojizo; y las

termantidas ó jaspes porcelanas, que presentan el aspecto del esmalte ó jaspeado, fractura plano-concoidea, menos dureza que el cuarzo, superficie lustrosa y color rojo de ladrillo ó gris. Estas rocas se consideran como arcillas cocidas á consecuencia de incendios de los terrenos carboníferos.

Rocas piroxénicas.

La piroxena pura se encuentra algunas veces en bastante abundancia para considerarse como una roca, á que se da el nombre de *herzolita.* Mezclada con feldspato, constituye otras muchas, segun las proporciones, y sobre todo segun las formas que afectan los dos minerales. El *meláfiro*, llamado tambien *pórfido negro*, es un mezcla intima de piroxena y feldspato, formando una pasta homogénea, negra en la que se encuentran ademas cristales de feldspato. El *basalto*, es una mezcla íntima de las dos sustancias, en la que los cristales de una y otra son visibles accidentalmente; es una roca negra, ó de color gris oscuro, que contiene casi siempre peridoto y hierro titaniado. Esta roca es notable por la estructura prismática que afecta con mas frecuencia que cualquiera otra. En España la hay en Cataluña. En la *dolerita*, los cristales de feldspato son siempre visibles. Ademas de estas rocas se miran siempre como piroxénicas, las *vackas* rocas tiernas, un poco grasas al tacto, amarillentas ó verdosas, que se parecen bastante al basalto descompuesto.

Rocas anfibólicas.

El anfíbol solamente mas ó menos mezclado con sustancias accidentales constituye la *anfibolita.* Las *dioritas*, resultan de la asociacion del anfibol y del feldspato, ya

en granos cristalinos ó bien en gruesos cristales. Cuando hay cristales de feldspato y anfibol diseminados en una diorita de grano fino, esta es *porfiroidal* (*pórfido diorítico* ó *anfibólico*); si en vez de cristales son nódulos ó esferoides con capas concéntricas y radiadas de las mismas sustancias, es la *diorita* ó *granito globular de Córcega*. La *ofita*, es una roca verdosa, compacta, compuesta de feldspato y de anfibol, pero en la que esta última sustancia enmascara la primera. En fin, los *traps* son entre las rocas anfibólicas lo que los basaltos son en las piroxénicas; asi es que se les ha confundido frecuentemente.

Rocas de agregacion.

Las rocas de agregacion se componen de porciones mas ó menos mezcladas de todas las rocas precedentes. En unas los elementos estan reducidos á polvo; en otras los fragmentos son bastante distintos; en algunas, en fin, son trozos de rocas amontonados, aglutinados ó no por una pasta, en cuyo caso el conjunto de la roca toma el nombre de *conglomerado*.

La denominacion de cantosrodados se aplica á toda especie de rocas en fragmentos trasportados y no cimentados.

Entre las variadas mezclas que constituyen las rocas de agregacion y cuyos elementos están reducidos á granos mas ó menos finos se distinguen muchas que se presentan frecuentemente con los mismos caractéres; á saber: las *areniscas* ó *gres*, de diversos colores y formadas por la aglutinacion de arenas y granos silíceos; las *arkosias*, ó areniscas que contienen fragmentos de feldspato; la *psammita* ó *gres micáceo argilífero*, compuesto esencialmente de granos de cuarzo, de mica, y á veces acciden-

talmente de fragmentos de naturaleza diversa, reunidos por una pequeña cantidad de arcilla; la *psefita*, que en una pasta argiloidea y arenosa encierra fragmentos mas ó menos gruesos diseminados de esquistos micaceos, arcillosos coticular y de otras rocas de las mismas formaciones; las *grawackas* que comprenden las rocas formadas por fragmentos mas gordos de gneis, de esquistos micáceos y arcillosos, de cuarzo y granito; el *macigno*, compuesto de cuarzo arenoso, de caliza y á veces de arcilla; el cual comprende: el *gres margoso blando* (*molasse* de los franceses) tierno, deleznable, verdoso, que contiene arcilla; y el *compacto*, tenaz, y de granos unidos por una pasta de cuarzo y caliza; los *peperinos*, que resultan de la aglutinacion de granos de piedra pomez y de fragmentos de lava piroxénica ó feldspática; la *puzolana*, roca volcánica, térrea, que proviene de la agregacion de porciones pequeñas de escorias volcánicas que han tomado la apariencia casi arcillosa y de color casi siempre subido. Antiguamente se empleaba para las construcciones hidráulicas antes que se descubriesen las cales de este nombre, y se esportaba al efecto en gran cantidad de los alrededores de Roma.

Las *pudingas* se componen de fragmentos distintos de rocas diversas, pero redondeados, rodados y aglutinados por una pasta de distinta naturaleza, muy dura. Las principales variedades son: la *pudinga anagénica*, especie de *grawacka* de granos gordos, formada de fragmentos de rocas cristalinas reunidas por una pasta talcosa ó petrosilícea, á veces con un poco de caliza; la *caliza*, que se compone de fragmentos de rocas calizas compactas y de pasta tambien de la misma materia ó margosa; la *silícea* con cimiento silíceo, como porciones de pedernal con pasta de arenisca; la *psammítica* con núcleos de cuarzo en una pasta de *psammita*; y la *ferruginosa*, con cimen-

to ferruginoso ; esta es muy comun en la época actual.

En fin , las *brechas* no se diferencian de las pudingas, sino en que los fragmentos son angulosos ó á lo mas de puntas desgastadas. Sus variedades son por lo menos tantas como las de la precedente.

Cuando una roca de agregacion encierra granos y cristales de feldspato es lo que se ha llamado *mimófiro*: de él se han distiguido tantas variedades como especies de pastas hay que contienen aquellos.



INTRODUCCION Á LA DESCRIPCION DE LOS TERRENOS.

Todas las observaciones hechas en los monumentos antiguos, todas las tradiciones que se pueden admitir, concuerdan para atestiguar que desde los tiempos históricos, las aguas ocupan las mismas posiciones relativamente á las tierras continentales, y que estas no han esperimentado en su configuracion ninguna modificacion notable. La configuracion de la corteza mineral del globo no ha sido en efecto alterada mas que por fenómenos puramente locales, y los accidentes que se han seguido son en cierto modo nulos, relativamente á la totalidad de las masas.

Estos fenómenos son de dos naturalezas: unos resultan de la accion erosiva y superficial de las aguas y de los agentes atmósfericos; los otros de los fenómenos volcánicos, cuyo orígen está debajo de la corteza del globo que las escavaciones naturales ó artificiales nos han permitido reconocer.

Las modificaciones causadas por los agentes atmosféricos son continuas, y aunque se verifiquen en cierto modo por grados insensibles, influyen sin embargo en los pormenores de la configuracion del suelo. Obrando sin cesar el oxígeno del aire sobre las rocas, las altera combinándose con ellas; estas sustancias oxidadas se desagregan fácilmente, son arrastradas por diversas causas y dejan al contacto del aire una nueva superficie que esperímenta las mismas modificaciones. El ácido carbónico produce efectos análogos haciendo pasar los óxidos á carbonatos; y los vapores acuosos que existen constantemente en el aire hacen caer en polvo las sustancias deleznables como las margas, y en delicuescencia varias sales por su afinidad con el agua.

Mas donde la atmósfera ejerce una accion mas poderosa por sus movimientos es en los arenales próximos al mar ó que cubren los desiertos mas áridos; en efecto allí el viento levanta columnas ó nubes de arena, que tiende á esparcir á lo lejos. De este modo, las *dunas* ó mogotes, montecillos arenosos marinos, y las *landas* ó arenales interiores, se estienden sin cesar por los terrenos inmediatos al mar, á los que hacen poco apropósito para el cultivo. Asi avanzan progresivamente distancias considerables que se pueden de antemano calcular; tales son las de cerca de Burdeos que adelantan mas de 60 pies por año, y es necesario para contenerlas hacer plantíos de árboles.

El rayo que cae sobre la cúspide de las montañas desgaja á veces masas considerables de rocas. Sin embargo, su accion las mas veces se limita á fundir las que atraviesa. Los huracanes y los torbellinos, en fin, producen en la naturaleza trastornos espantosos y de los que tenemos ya dada una idea; pero aunque son bastante notables, sin embargo, en nada son comparables con los que producen las aguas y mucho menos los agentes internos.

Si se recorren los paises montañosos, se ven las aguas condensadas ó precipitadas en las estremidades de los montes reunirse en fuentes cuyo conjunto produce arroyos, que se abren un lecho cada vez mas profundo, á medida que se aumenta la cantidad de sus aguas, y que arrastran trozos de todas las rocas que atraviesan. Bien presto estos arroyos se juntan para dar origen á torrentes que surcan las pendientes ó faldas de los montes y escavan los valles llamados de denudacion. Entonces se ven cuando se derriten las nieves, ó despues de lluvias abundantes, las aguas cargadas de arena, casquijo y guijarros aumentarse y arrastrar impetuosamente masas minerales, que tienen muchos metros cúbicos, á muchas leguas. La grande densidad de estas aguas facilita

el trasporte haciendo perder mas de su peso á masas tan enormes. Estas erosiones, estos trasportes de rocas se hacen menos sensibles á medida que los valles se ensanchan y que el declive va siendo menor; pero las arenas acarreadas por los rios y continuamente depositadas en toda la estension de su curso, se acumulan en bancos hacia su embocadura aun en el fondo de los mares, y tienden á modificar la forma del lecho que levantan y prolongan. Asi es como se forman en las embocaduras de los rios, las llanuras pantanosas conocidas con el nombre de *deltas*: tales son los deltas del Nilo y de Misisipí. Asi tambien es como algunas costas se adelantan cada año en el mar, por ejemplo las costas del golfo de Leon, y el fondo de ciertos mares se eleva de un modo tan notable que su colmo difinitivo puede preverse; tal es el mar Amarillo cegado por las materias acarreadas por los grandes rios de la China. Pero no se crea que la accion de las aguas, al arrastrar estas materias, se limita á mudar de sitio la tierra movediza, no, sino que corroe las rocas mas duras como el mármol y el granito.

El agua pluvial que se filtra al través de la tierra y los lagos mismos ejercen una accion destructiva que por ser lenta no es menos real. Asi sucede algunas veces que llegando los primeros á minar sus bordes se escapan de repente con la mayor violencia, y obran á la manera de los torrentes mas impetuosos. Filtrándose el agua pluvial á través de la tierra y las hendiduras de las rocas las destruye lentamente cuando obra por sí sola: pero favorecida por las heladas se solidifica, aumenta en estension y separa enormes trozos de piedra que ruedan con estruendo desde la cima de los montes hasta el fondo de los valles, arrastrando ordinariamente en su caida peñas menos considerables que encuentran á su paso. Tal es el orígen de los derrumbamientos y de los *aludes*

ó *avalanchas*, que sepultan frecuentemente las aldeas situadas en la inmediacion de las montañas.

Si el agua en tan pequeñas masas puede producir tales efectos, ¿cuáles deben ser los resultados de la accion del mar? Este corroe continuamente sus orillas, las cambia en acantilados, cuya base mina en seguida y determina el derrubio. Algunas veces despues de haber destruido así sus diques, inunda de repente las tierras bajas inmediatas y las trasforma en un brazo de mar: tal fue al principio del siglo XIII el orígen del mar de Zuydercee en Holanda, y doscientos años despues, el de Bies-Boos, cerca de Dordrecht.

A los depósitos formados mecánicamente por porciones que las aguas han arrancado y triturado, depósitos, que se designan bajo el nombre de aluviones ó de terrenos de transporte, es preciso añadir los que se forman químicamente por la precipitacion de los principios mantenidos en disolucion en las aguas, y que se deben á la degradacion de las rocas por su accion disolvente; pues este líquido al pasar en lo interior de la tierra á través de las masas minerales de naturaleza salina disuelve cantidades mas ó menos considerables, dejando vacíos que á la larga se encuentran transformados en cavernas. Pero el agua no conserva siempre la sal que habia disuelto; cuando se evapora la deja en la cavidad donde se encuentra en el momento de su evaporacion; y estos depósitos forman algunas veces masas estensas que se llaman terreno *travertino*; tal es la llanura de Tívoli que fue en otro tiempo un vasto lago, cegado hoy dia por las materias calcáreas que en él se depositaban. Los depósitos de sal gema parece que han tenido un orígen análogo, y que han sido resultado de la desecacion de los lagos salados. Las aguas minerales producen tambien depósitos que no dejan de ser notables. Por

último, á todos estos deben agregarse los que los zoofitos y los vegetales inferiores forman en el mar, y los depósitos de turba, que con el transcurso de los años se hacen inmensos por la acumulacion de nuevas plantas y polípero.

Los fenómenos volcánicos son intermitentes y concentrados en ciertas partes del globo; pero son esencialmente violentos y rompen enteramente el equilibrio establecido. Generalmente consisten en *volcanes*, es decir, aberturas de la corteza mineral del globo de donde son arrojadas con intervalos, mas ó menos largos, á veces siglos, rios de rocas fundidas designadas, bajo el nombre de lavas, escorias, cenizas y gases. Estas aberturas tienen ordinariamente la forma de embudos ó cráteres colocados en la cima de montañas cónicas que resultan ya de la acumulacion de las materias arrojadas alrededor de la boca central, ya del levantamiento del terreno preexistente alrededor de este centro, ya en fin de ambos efectos combinados.

Estos fenómenos volcánicos, que han levantado montañas que tienen con frecuencia muchos metros de elevacion, y cambiado la constitucion del suelo en un radio de 10, 20, y 40 kilómetros (1) estan íntimamente unidos á los movimientos y oscilaciones de la corteza del globo y no son evidentemente otra cosa que efectos diferentes de una misma causa. Estas oscilaciones se verifican por elevaciones ó por hundimientos; las tradiciones históricas nos presentan ejemplos de unos y otros, que marecen nos detengamos algunos momentos.

El número de volcanes activos conocidos es sobre unos doscientos, y como las partes no esploradas del globo son las menos frecuentes, es probable que este

(1) El kilómetro equivale á 2588,922 pies (aproximadamente 3589.

número no escede de trescientos. Pero ha habido muchos mas que se hallan en el dia apagados; y que por lo comun se encuentran reunidos en lo interior de las tierras.

Volcanes activos. Se designa con este nombre, no solo una simple boca volcánica sino un centro de erupcion que puede tener muchos orificios y que ha producido erupciones desde los tiempos históricos. Estos diversos centros volcánicos constituyen comarcas mas ó menos estensas, generalmente montañosas, por lo comun situadas en las inmediaciones del mar, y tal vez la mitad de ellas en islas, de modo que parece que la falta de continentes está compensada por un gran desarrollo de la accion volcánica. Los volcanes de las cordilleras hacen escepcion á esta observacion, y tanto mas cuanto que su actividad es de las mayores.

Los principales volcanes activos de la tierra son en Europa el *Vesubio*, montaña cónica de 1198 metros de altura que ha producido un gran número de lavas, ya por su cráter central, ya por bocas laterales. El hecho mas importante de su actividad es la destruccion de las ciudades Herculanum, Stabia, y Pompeia que se verificó en el año 79 de nuestra era, en el reinado de Tito. Estas ciudades estan construidas sobre lavas anfigénicas, pero la historia no ha conservado el recuerdo de su erupcion, y el Vesubio podia considerarse antes de esta época como un volcan apagado. Las erupciones habian cesado de nuevo, y la montaña estaba cubierta de habitaciones cuando acaeció el de 1630. El *Estromboli*, pequeño cono volcánico de las islas Lipari, notable por la intermitencia de sus proyecciones de escorias y cenizas que se efectuan cada ocho ó diez minutos, y son acompañadas de emisiones gaseosas. El *Etna*, cono inmenso de 3237 pies de altura, cuyas erupciones muy numerosas se han hecho mas raras, y han engendrado en sus cos-

tados cerca de setenta bocas volcánicas. El Hecla y los Jokul en Islandia.

Entre los volcanes del África, las islas de Tenerife, Lanzarote, las Azores y el volcan Borbon han sido el objeto de descripciones interesantes, pero se conoce poco el terreno volcánico del interior. En Asia, la serie de los volcanes de Kantschatka, de las islas Kuriles y de las del Japon encierran muchas bocas en actividad, que han dado lugar á erupciones de las mas enérgicas.

Las Molucas, las Filipinas, las islas que se levantan en el mar Pacífico, ya alineadas, ya agrupadas, encierran un gran número de volcanes. Lo mismo sucede en las islas de la sonda, á las Australes y las Aleuteras. Por último en América estan los volcanes de las cordilleras. La serie de Chile ha dado lugar á erupciones y terremotos violentos. La serie de Quito comprende el Cotopaxi, el Tunguragua, la Antisana y el Pichincha, inmensas chimeneas del mismo foco subterráneo; la serie de Méjico es notable por el Jorullo, volcan cuya erupcion fue acompañada del levantamiento de las llanuras circundantes.

Los fenómenos que preceden, acompañan ó se siguen á las erupciones volcánicas y son tan teribles, pueden clasificarse así:

1.° *Ruidos subterráneos, terremotos ó temblores de tierra.* Los temblores de tierra estan generalmente precedidos de la sequedad de las fuentes, la salida de los reptiles que viven en cavidades subterraneas, los movimientos estraordinarios de las aves, los ahullidos de ciertos animales, la agitacion del mar, y principalmente de ruidos subterráneos, por consiguiente estos fenómenos están ordinariamente en relacion. Sin embargo, el famoso terremoto de Lisboa se manifestó repentinamente y sin rui-

do, al paso que en el distrito de Guanajuato en Méjico varias veces se oyeron ruidos subterráneos sin que hubiese conmocion sensible. Los temblores de tierra no se manifiestan solamente en los terrenos volcánicos aunque en estos sean mas frecuentes; los de la Calabria, del Portugal y de los Pirineos son ejemplos, que se pudieran multiplicar, de conmociones enérgicas en parages donde no hay volcanes. Unas veces el terremoto consiste en movimientos como de ondulacion, y otras en sacudidas súbitas que se suceden con mas ó menos fuerza y rapidez. Las del de Cumaná duraron doce y quince segundos, al paso que otras son casi instantaneas. En cuanto á la duracion de la serie de las sacudidas, puede ser á veces de algunos dias, de meses enteros y aun de muchos años como se verificó en la isla de Lanzarote. Las sacudidas se propagan en direcciones determinadas y en una estension muy variable: ya limitadas á la region volcánica que las dá orígen, ya pareciendo que tienen un poco mas profundidad y haciéndose sentir á distancias inmensas con espantosa rapidez. El terremoto ya citado de Lisboa se sintió en África, en España, Francia, Alemania y hasta en las Antillas. En los parages agitados por los terremotos se ha observado qne habia puntos en que la accion era mas enérgica que en otros, y el hecho mas curioso que se ha mencionado bajo este aspecto, es que en una conmocion que hubo en el valle de Aspe en los Pirineos en 1773, las construcciones situadas sobre el granito fueron desquiciadas mas violentamente que las que estaban sobre las rocas calizas. Este hecho concuerda con otros muchos para colocar el foco de los fenómenos volcánicos debajo del granito, que en razon de su densidad es un buen conductor del movimiento.

De todos modos el efecto de las fuertes sacudidas es terrible. Los edificios mas sólidos apenas resisten; en

el suelo se abren grietas profundas, se desprenden enormes rocas que van á parar á considerables distancias; en fin, casi siempre les acompañan erupciones volcánicas que con frecuencia les terminan, y aun á veces nuevos volcanes aparecen en medio de las dislaceraciones del suelo. Asi en el temblor de tierra de Lima cesó cuando cinco volcanes de las inmediaciones entraron en actividad. Las erupciones del Monte Nuevo, y del Jorullo pusieron fin á las conmociones subterráneas, y es digna de referirse la esperiencia que tocante á esto tenian los habitantes de las islas de Sanwich que teniendo temblores de tierrra cuando veian sus volcanes en inaccion, arrojaban en los cráteres víctimas humanas para apaciguar á sus divinidades.

El mar participa ordinariamente de las agitaciones de la tierra; algunas veces se eleva á alturas considerables, y precipitándose con violencia sobre las costas ocasiona inundaciones desastrosas; así perecieron los habitantes del Callao en el Perú en el año 1446. Los buques esperimentan sacudidas como si hubiesen tocado en un bagío; y á veces, como en el terremoto de 1831 en Java, han sido lanzados á la costa.

La atmósfera está casi siempre tranquila durante los terremotos; sin embargo alguna vez se la ha visto agitada, como sucedió en la nueva Galles del Sur, en la que las sacudidas del terremoto se acompañaron de un huracan espantoso que arrancaba los árboles, y derribaba las casas. El bramido cesó por una hora, para comenzar de nuevo con horrorosos truenos, relámpagos y torrentes de lluvia.

2.° *Levantamientos* y *hundimientos del suelo.* La convadura de la llanura de Malpais, el levantamiento de las islas de Santorin, son los hechos mas completos que se refieren á los levantamientos contemporáneos de

suelo; porque es preciso no confundir con el alzamiento de un suelo preexistente, la aparicion mucho mas frecuente de islas formadas por las materias arrojadas por los volcanes llamados submarinos. La elevacion gradual, observada en las costas de la Suecia, y la que esperimentó bruscamente la costa de Chile deben mencionarse. En noviembre de 1822 comenzaron las agitaciones subterráneas que destruyeron en Chile las ciudades de Valparaiso, Melipilla, &c., las que se terminaron en setiembre de 1823 por esplosiones seguidas de choques espantosos, á consecuencia de los que el suelo del pais se rajó en todas direcciones. El 20 de noviembre se observó que toda la costa se habia elevado en una longitud de 100 leguas. Esta elevacion era de un metro cerca de Valparaiso, y de 1,^{m} 33 cerca de Quintero.

Los hundimientos del suelo no son menos frecuentes que los levantamientos, y parece que las islas volcánicas del mar Pacífico han sido el teatro de hundimientos mayores que el del Cargairazo y del Capac-Urcu en las Américas. Hace muchos años, que una montaña muy elevada que ocupaba un espacio de cerca de quince millas de largo por seis de ancho, que sostenia cuarenta aldeas en la isla de Java, despues de rodearse de una nube luminosa, se hundió, y fué reemplazada por una cavidad. La isla de Sorca una de las Molucas ha desaparecido completamente á consecuencia de conmociones volcánicas. El volcan Unseg, en la península de Nangasaki, se hundió en 1793, y fue reemplazado por un abismo tan profundo, que el sonido producido por las piedras que en él se arrojaban no se oia en la superficie; densos vapores salieron durante algunos dias. En Asia tambien la montaña de Miyiyama se lanzó repentinamente en el aire y cayó inmediatamente en el mar, cuyas aguas recibieron tal impulsion que arrasaron varios pueblos

de la costa. Al mismo tiempo una cantidad prodigiosa de agua salió precipitándose de las faldas de la montaña, sumergió y devastó todo el pais. A todos estos hechos pueden juntarse la formacion de las hendeduras y grietas observadas en Chile, Caracas, en la Calabria, en los alrededores de Mesina, &c. Se han citado grietas que tenian muchos metros de ancho y mas de una legua de largo. La Italia parece haberse deprimido hácia el medio, como puede creerse en vista de los caminos consulares sepultados debajo de tierra en muchos puntos y en un estado de conservacion perfecta. La misma cosa ha sucedido, sin duda, con los muros construidos en Escocia y en Inglaterra por los Romanos. Muchos parages del bajo Egipto, en otro tiempo fértiles, estan en el dia debajo del nivel del mar é inhabitables. En fin, en algunas de las costas de Inglaterra y de Francia se ven acumulaciones de madera fósil (bosques sub-marinos) á un nivel mas bajo que el del mar, lo que se puede atribuir á la depresion de las costas. A estas mismas causas deben referirse las particularidades observadas en el templo de Pouzoles.

3.° *Modificaciones hidrográficas.* Los cambios y mutaciones que se siguen en la configuracion de la superficie del globo por los levantamientos y hundimientos del suelo, deben influir necesariamente sobre los pormenores hidrográficos del pais. Pero, ademas, las aguas de las fuentes y de los pozos esperimentan perturbaciones muy frecuentes. Estas aguas se enturbian, se calientan y disminuyen de volúmen. En 1563, por un violento temblor de tierra en la Sicilia, se hicieron saladas todas las fuentes; durante el de Caráças el agua del lago de Maracaibo disminuyó sensiblemente. En algunos casos las fuentes se han secado y los rios desaparecieron. Otras, por el contrario, se forman nuevas fuentes termales y mine-

rales, y así es como el Strok de Islandia, que como el Géiser arroja periódicamente columnas de agua, apareció en un temblor de tierra en 1784. Su agua, como la del gran Géiser, tiene una temperatura tal que mantiene en disolucion la sílice.

4.° *Emision de sustancias gaseosas, líquidas ó sólidas.* La emision de estas sustancias es la que constituye el volcan. Las emisiones gaseosas no bastan para hacerle mirar como en estado de actividad, aunque sea una fuerte presuncion, cuando se hacen por el cráter.

Cada crísis volcánica está siempre precedida de los mismos fenómenos que los temblores de tierra, y en particular de un ruido subterráneo, sordo y profundo. Despues de él se ven salir nubes de humo espeso; bien presto el ruido adquiere mayor intensidad, y se asemeja al del trueno ó al de una batería compuesta de muchas piezas de grueso calibre. Al mismo tiempo la tierra tiembla, el humo se hace mas denso y forma una inmensa columna si el cielo está sereno; entonces el desprendimiento de los gases se efectúa con tanta violencia, que se lanzan del cráter arrastrando cenizas ó arenas abrasadas hasta mil y mil doscientos metros encima del volcan, cuya luz siniestra hace un contraste espantoso con la oscudad de la atmósfera. El vapor de agua forma la mayor parte de estos gases; y Scrope piensa que jamas sale verdadera llama, y que el reflejo de la lava inflamada por los gases es el orígen de esta ilusion; el resto de ellos le constituyen el ácido carbónico, el hidroclórico y el sulfuroso. Cuando la atmósfera está agitada, el humo se dispersa y forma densas nubes que cubren de tinieblas el pais circundante; de este modo las cenizas son trasportadas por los vientos á distancias de treinta leguas ó mas. Entretanto el ruido y las sacudidas redoblan; chorros de materias abrasadas que se elevan en la atmósfera, co-

mo otros tantos gigantescos cohetes, para caer despues convertidas en una nube de escorias ó de cenizas, bombas volcánicas, compuestas de lava fluida que se redondea y solidifica en el aire, y masas sólidas, que se oponian al esfuerzo espansivo de las materias comprimidas, son lanzadas por sus esplosiones á enormes alturas. El Cotopaxi ha arrojado, en 1533, rocas de diez metros cúbicos, que han caido á distancias de dos ó tres leguas. En 1820, el volcan Motin, uno de las Molucas, lanzaba á una altura igual á la suya, masas tan grandes como las casas del pais. En fin, las lavas rompen su prision con estruendo; se elevan en el cráter, en el que oscilan, y ya rebosando, ó fracturando por su presion los lados del cono, se derraman en torrentes de fuego que comunmente destruyen todo lo que encuentran al paso. A veces tambien en ciertos parages volcánicos se ha visto á esta materia salir de las grietas formadas en las llanuras, y cubrirlos en una estension mayor ó menor, ya de una gran capa ó de montoncitos dispuestos en una misma línea.

Una vez en contacto con el aire ambiente, el vapor de que estan penetradas se desprende, y se forma una costra sólida superficial, debajo de la cual se mueven. Esta costra impidiendo el desprendimiento de vapores y ocasionando una presion por su contraccion, se rompe y se llena de grietas por las que las lavas corren de nuevo. La rapidez ó velocidad de las corrientes de lavas es decir, su fluidez, es estremamente variable; pero en general está en relacion con la inclinacion del suelo. Por lo general su marcha es bastante lenta; sin embargo, en 1776, una corriente del Vesubio recorrió 1800 metros en catorce minutos. Segun Buch, otra procedente del cráter llegó al mar, es decir, que atravesó en tres horas la distancia de tres kilómetros. El

mismo volcan presenta por el contrario ejemplos de lavas que avanzaban todavía muchos meses despues de su erupcion.

Se ve pues que las lavas pueden conservar por mucho tiempo su calor y liquidez debajo de la costra superficial. Las lavas de algunas erupciones del Etna humeaban 26 años despues de haber sido arrojadas, y un palo se prendia fuego en una lava que hacía once años que ya no corria. En cuanto al volúmen y cantidad de las lavas es tambien muy variable; por lo comun son tanto mas abundantes cuanto mas distantes son unas de otras las erupciones. Las mayores emisiones de lavas no se han efectuado por los cráteres sino inmediatamente por fracturas; tales son las de Lanzarote que cubrió los dos tercios de la isla; la de Islandia en 1783, que ocupó una superficie de mas de 24 leguas por mas de 10 de ancho.

Ademas de los cuatro grandes fenómenos que son mas constantes y de que acabamos de hacer mencion, se ven otros aunque con menos frecuencia, tales son las erupciones acuosas y lodosas. Las inundaciones que acompañan á las erupciones volcánicas dependen unas veces como en el Vesubio, de la condensacion en la atmósfera, en lluvias fuertes, calientes y ácidas, de la grande cantidad de vapor de agua que forma parte de los gases volcánicos. Estas aguas mezclándose á veces con las cenizas y las arenas forman corrientes mas ó menos cargadas que corren por las faldas de la montaña. Otras veces como en las del Cotopaxi, Tunguragua y otros volcanes en actividad de los Andes, y cuya cima pasa del límite de las nieves perpetuas, son debidas á la fundicion de las nieves y á las infiltraciones que se verifican en la pendiente de las montañas. En fin, otras veces las sacudidas de los violentos temblores de tierra que son seguidas de

erupciones de materias inflamadas ó de llamas, abren las cavernas llenas de agua, y estas aguas arrastran traquitas trituradas, arcillas, pomez y otras materias incoherentes. Cuando el pico del Carguairazo se hundió, mas de cuatro leguas cuadradas de alrededor fueron cubiertas de lodos arcillosos que en el pais se llaman *lodazales*; y unos pececitos que llaman preñadillas (*pimelodes cyclopum*) y cuya especie habita los arroyuelos de la provincia de Quito, se encontraban envueltos en las deyecciones líquidas del Carguairazo. Estos son los peces que se dice han sido arrojados por los volcanes, porque viven á millares en lagos subterráneos, y en el momento de las erupciones salen por las grietas, arrastrados por la impulsion del agua lodosa que desciende de las montañas. Tales pueden ser las causas de muchas de estas erupciones acuosas y lodosas. Estos fenómenos han podido hacer creer que eran en realidad arrojadas directamente por los volcanes. Sin embargo, existen algunos hechos positivos que parecen probar que verdaderos torrentes han salido de las bocas volcánicas: en una informacion que se hizo en la erupcion de 1751, los magistrados de los alrededores del Etna, dicen que salió del cráter una gran corriente de agua quemando, y salada que corrió durante siete minutos. Dolomieu y Hamilton observaron en la pendiente de la misma montaña, los vestigios de una enorme corriente de agua caliente, que salió del gran cráter; y en su última erupcion, el monte Idjen, situado al este de la isla de Java, lanzó tan gran cantidad de agua que el pais fue inundado en 20 leguas á la redonda, y se sucedieron dos grandes rios. La temperatura de esta agua era muy alta, y contenia tan gran cantidad de azufre y de ácido sulfúrico, que hizo perecer todos los árboles y plantas que se encontraron á su paso.

Estos hechos y el fenómeno de los géiseres prueban que los volcanes arrojan torrentes de agua que pudieran tener un orígen mas profundo, sea por el efecto de la presion que producen los gases, análogo tal vez al de las fuentes de compresion como ya se ha indicado, ó por otra cualquier causa que se refiera á las volcánicas.

Cuando en los volcanes activos ha pasado la erupcion, muchas veces sucede una calma completa y entonces se ve obstruirse el cráter, y los alrededores cubrirse de bosques; con frecuencia en los cráteres se forman lagos cuyas aguas se pueblan de peces; y en las altas regiones, como en América y el Etna, las faldas se cubren de nieves muy poco tiempo despues de las erupciones. En los volcanes en que estas son frecuentes, es raro que la calma sea completa; las mas veces sale humo y vapores que atacan las masas que encuentran y destruyen la vegetacion.

Así mismo, en los suelos volcánicos que todavía no han dado erupciones desde los tiempos históricos, se ven salir todavia una gran cantidad de vapores y de aguas muy calientes. Los campos flegreos de Pouzzoles, en Nápoles, presentan un buen ejemplo de este hecho: es una especie de llanura de la que salen por innumerables grietas una grande cantidad de vapores de un olor muy fuerte sulfuroso, que depositan una especie de barniz de esta naturaleza sobre los cuerpos inmediatos, y esto es lo que se ha llamado *solfatara.* La de Pouzzoles es probablemente una dependencia del Vesubio como lo demuestra la disminucion de los vapores cuando el volcan está en erupcion y la corriente de aire descendente que parece haber. Todo esto junto á las inmensas distancias á que se oye el trueno subterráneo al aproximarse á las erupciones en este volcan, es casi una demostracion de la existencia de gran-

des cavidades debajo de tierra llenas de sustancias gaseosas. En el interior del Asia al pie del colosal Bagdo-Sola hay otra solfatara llamada de Ormutzi.

De algunos volcanes apagados se desprenden igualmete gases ácidos que á su paso atacan tambien las rocas que atraviesan y las destruyen lentamente. En la Aubernia cuyos volcanes estan apagados desde un tiempo inmemorial se desprende, por las hendiduras de las rocas antiguas, una gran cantidad de ácido carbónico libre.

Un fenómeno que se ha atribuido tambien á los agentes volcánicos, es el de las *salsas* llamadas tambien *volcanes* de *aire*, de *lodo* ó de *agua*. Las salsas son unos montecillos de arcilla que tienen la forma de embudo en su cúspide, de donde salen habitualmente y desde largo tiempo, pero con intérvalos muy variados y desigual accion, gases y lodo arcilloso. Estos montecillos deben su existéncia á la consolidacion del lodo que sale del embudo. Los gases que de él se desprenden, son el gas hidrógeno carbonado bituminoso, y algunas veces el sulfurado. El lodo está compuesto de materias térreas, principalmente arcillosas; casi siempre está acompañado de betun, nafta, petróleo y con frecuencia de sal marina; lo que ha hecho que los italianos les den el nombre que tienen. La temperatura de la materia de las salsas, no es superior á la ordinaria del suelo en que existen, pero sí algunas veces inferior. Los paroxismos consisten en una erupcion mas abundante de lodo á manera de surtidores que se eleva á mas de 60 metros, acompañada de silvidos, ruidos subterráneos y temblor de tierra. Segun los antiguos la salsa de Sasuolo vomitaba en cierta época y con estrépito, piedras, fango y humo, aunque debia ser en pequeña escala. Otra, en Crimea, se abrió con un ruido semejante al trueno, humo y llamas que se

elevaron á mas de cien metros. En la provincia de Murcia, en 1839, despues de violentas sacudidas, acompañadas de un ruido semejante al trueno, que destruyeron mas de 300 edificios públicos y ocasionaron muchas desgracias, se formaron en una llanura vecina al mar un gran número de aberturas circulares que vomitaron un fango negro, mezclado con agua salada y conchas marinas. Fenómenos iguales se han visto en Chile, y en el cabo de Buena Esperanza.

Rara vez están las salsas aisladas en una comarca; al contrario, son multiplicadas. Abundan mucho en Italia y Sicilia; cerca de Girgenti (Agrigento) existe una de las salsas mas célebres de la antigüedad, y mejor conocida con el nombre de *volcan* de *aire* de *Macaluba*, porque á veces se verifica un desprendimiento de aire considerable. En América las hay que presentan este fenómeno en grande, tales son las llamadas volcanes de *aire de Turbaco.* El gas que se desprende de estas salsas es ázoe casi puro. A orillas del mar Caspio en varios parages de Asia existen igualmente, y en todas parece que se presentan con las mismas circunstancias, lo que indica que son efecto de una causa general. Algunas observaciones y la temperatura comun de las salsas inducen á creer que sus focos están á una pequeña profundidad en comparacion á los verdaderos volcanes.

Pero ademas, de estas emanaciones hay otras en paises que no ofrecen señal alguna de rocas volcánicas. En todas las minas de hulla se hace un desprendimiento considerable de hidrógeno carbonado que parece provenir del interior mismo del carbon. Este gas que se desprende en tan gran abundancia en los terrenos carboníferos, sale algunas veces á la superficie del suelo por grietas; se inflama muchas veces en llegando al

contacto con el aire atmosférico y produce chorros de llama que parecen salir de las entrañas de la tierra, y de que los sacerdotes de la antigüedad se sirvieron para engañar á los pueblos. Sobre la costa de la Caramania se ha visto un chorro de gas inflamado, llamado *yanar*, que salia, en lo interior de un antiguo templo, de una abertura que tenia la forma de la boca de un horno. En Bengala parece que existe, en otro templo, un chorro de gas inflamable que los sacerdotes emplean en diferentes usos, y entre otros para cocer sus alimentos. En nueva Yorck, el pueblo de Fratedonia está iluminado por un manantial de gas hidrógeno carbonado, que un tubo conduce á un gasómetro; en fin, en China se sirven de esta especie de emanaciones para la evaporacion de las aguas salinas.

Tambien se ven salir en las orillas del mar Caspio chorros de gas inflamable, de un terreno impregnado de petróleo y de nafta. En un radio de dos leguas de la ciudad de Baku el gas subterráneo es tan abundante, que basta á los habitantes del pais introducir una caña en el suelo, para dar orígen á un chorro que inflaman para alumbrarse ó preparar sus alimentos.

El hidrógeno carbonado y sulfurado que emanan de los terrenos pantanosos dan orígen á los fuegos fátuos. El ácido carbónico se desprende con abundancia, pues ademas de estar en gran cantidad disuelto en las aguas acídulas, en algunos parages se verifica su desprendimiento en tal cantidad que forma capas de gas en los que los animales que las respiran perecen; por ejemplo en la Prusia rhiniana, en una fosa á orillas del lago de Laoch, y cerca de Birresborn, donde el ácido carbónico sale de una roca dentro de una balsa de agua, y se esparce formando una capa sobre su superficie y bordes.

El ázoe, en fin, es tambien de las emanaciones gaseo-

sas cuyo desprendimiento se observa en muchas de las aguas termales, acompañado de un poco de oxígeno y de ácido carbónico. Estos hechos pueden inducir á pensar que en lo interior del globo se verifica en los cuerpos una oxidacion alimentada por el aire atmosférico.

Los manantiales de nafta, asfalto, &c. son producciones que tienen cierta relacion con las emanaciones gaseosas, sobre todo con las de gas hidrógeno carbonado, pues que estas, en las orillas del Caspio, salen de un terreno impregnado de petróleo.

Los manantiales de materias bituminosas son estremamente numerosos en la superficie de la tierra. Los de la isla de Zante fueron ya descritos por Herodoto; y sus habitantes hoy dia recogen el petróleo que cubre las paredes y fondos de los lagos trayéndole á la superficie por la agitacion de las aguas; en los bordes del mar Caspio se recogen tambien grandes cantidades de petróleo. En la Albania, se esplotan desde el tiempo de Plinio, minas de pez mineral de grande estension, sustancia escelente para calafatear los navíos. El lago de pez de la Trinidad, cuyo perímetro tiene cerca de 4800 m., está cubierto en parte por una capa de asfalto. En fin, el mar Muerto da una gran cantidad de este mineral. Parece que existe mucha relacion entre la produccion de estos manantiales y los fenómenos volcánicos, como se ve al rededor del Vesubio y en las islas de Cabo Verde.

Volcanes apagados. Ademas de los volcanes en actividad cuyos fenómenos hemos descrito ya, existen un gran número de montañas volcánicas que representan, por las formas y productos análogos, á los activos. En efecto, todavía se ven sea en su estremidad ó en sus lados, con degradaciones mas ó menos considerables, los cráteres por donde salieron las lavas, escorias, cenizas y bom-

bas que les han formado, y debajo de estos productos en las tobas volcánicas, restos de animales y vegetales.

Estos volcanes inactivos desde tiempo inmemorial han recibido el nombre de *apagados*, aunque no se puede decir que no volverán á encenderse de nuevo, puesto que el Vesubio volvió á entrar en accion despues de mil y quinientos años.

En casi todos los paises de la tierra existen volcanes apagados, en América, en Asia, en el mar del Sur y en las islas de Africa. Las localidades mas célebres del continente europeo son la Grecia, la Italia, los bordes del Rhin, la Provenza, la Cataluña y sobre todo la Aubernia. La cordillera de los Puys de la Aubernia, está formada por unos cincuenta conos volcánicos, con cratéres que han vertido sus lavas al pie. En América, en las Azores y las Canarias se encuentran colocados unos en seguida de otros en una misma línea; de aquí ha resultado la division de volcanes en *serie* ó *agrupados* y la de los *centrales* ó *aislados*. La naturaleza de sus lavas, y los restos animales y vegetales que entre sus materiales se conservan, indican que estuvieron en actividad al principio de la época actual.

Volcanes sub-marinos. En las inmediaciones de las islas Azores, de la Islandia, &c., se ve con frecuencia, á las erupciones volcánicas dar orígen en medio de las aguas, á islas que las mas veces desaparecen despues. Los antiguos refieren que la isla de Chio es el producto de los volcanes; y la mayor parte del Archipiélago Indio debe su existencia á semejantes fenómenos. Las grandes cavidades á cuyo alrededor los pólipos saxígenos construyen sus murallas, son cráteres de volcanes submarinos; su forma y las materias que los componen lo prueban completamente.

En 1783, en la erupcion que desvastó la Islandia, se

vieron salir varias islas que arrojaron por muchos meses humo y chorros de materias abrasadas. En 1811 un volcan sub-marino hizo erupcion cerca de la isla de San Miguel, una de las Azores; y despues del 2 de julio de 1831 en que se sintieron terremotos en la costa occidental de Sicilia, apareció sobre el 8, despues de una fuerte detonacion, una columna de agua que se elevó sobre la superficie del mar hasta 40 m., la cual fue reemplazada casi inmediatamente por vapores aquosos hasta una altura de 500 á 600 m. y por vapores negros acompañados de materias pedregosas y de cenizas rojas que ofrecian la apariencia de llamas; las esplosiones se renovaban cada dos horas, y estaban acompañadas de violentas detonaciones.

Cuando las lavas de los volcanes submarinos se han enfríado, se deposita sobre ellas una capa de sedimento que proviene de los materiales que las olas arrancan continuamente de los lados del volcan, y de los que las corrientes traen de mas léjos. A este depósito puede seguirse otra erupcion de lavas, luego otro depósito y así sucesivamente.

De este modo por un lado los agentes esteriores, es decir, la pesantez, la descomposicion, la condensacion de las aguas y sus movimientos en la superficie del globo, tienden á destruir las asperezas, á llenar las cavidades, en una palabra, á nivelar esta superficie; al paso que los agentes interiores producen nuevas asperezas por el levantamiento del terreno ó por la acumulacion de las materias arrojadas.

Cualquiera que sea la intensidad de estas modificaciones con respecto á nosotros, se pudieran de otro modo prolongar indefinidamente por el pensamiento, sin que la totalidad de la configuracion del globo fuese realmente

modificada. Estos fenómenos, tales como los vemos, no son los que han ocasionado las revoluciones cuya existencia nos revelará el estudio de la geologia, pero contienen la llave. En efecto, no se pueden considerar los fenómenos volcánicos sino como los resultados de una causa general, inherente á la constitucion del globo, y que por consiguiente siempre ha existido con él; al paso que es fácil prever gran número de circunstancias en que las aguas han debido obrar de una manera mucho mas enérgica por sus erosiones y depositos. El estudio de los terrenos nos demostrará en efecto que la estension de los fenómenos actuales preside á la formacion de la corteza del globo, tal como se presenta á nosotros, bajo el doble aspecto de la composicion y de la configuracion.

Una rápida ojeada sobre la composicion de la corteza mineral del globo, hace distinguir dos clases de rocas, diferentes á la vez por su naturaleza y por la forma de sus bases.

Las primeras, de una composicion química generalmente simple, tales como las calizas, las areniscas y las arcillas, se presentan en capas regulares á veces fáciles de dividirse en lechos mas ó menos gruesos. Su naturaleza y su estratificacion denotan evidentemente la accion sedimental de las aguas; en efecto, las unas, compuestas de arenas libres ó aglutinadas, de fragmentos heterogéneos y rodados, indican su accion mecánica; las otras, tales como las calizas, de la misma naturaleza que los sedimentos y depósitos actualmente formados por las aguas minerales, manifiestan su accion química y debieron necesariamente haber sido despositadas en el fondo de un líquido que las tenia en disolucion. Esta primera clase de rocas se ha designado con el nombre de rocas de *sedimento*, *estratificadas* ó *neptunianas*.

La segunda clase comprende las rocas análogas por sus caractéres mineralógicos y por la forma de las masas que constituyen, á las lavas arrojadas por los volcanes. Estas rocas son cristalinas, rara vez estratificadas, y afectan formas macizas; contienen minerales que no solo se encuentran en los productos volcánicos, sino tambien en los hornos de nuestras ferrerías; algunas veces han producido, por su contacto con las rocas que atraviesan, alteraciones identicas á las que resultan de un fuerte calor, por ejemplo, dando solidez á ciertas masas deleznables; en una palabra, existen entre las diversas rocas de esta clase una serie de tránsitos mineralógicos, de relaciones de forma y estructura que no permiten dudar que resultan de fenómenos análogos. Así pues, se distinguen con los nombres de rocas *cristalinas*, de rocas no *estratificadas*, *ígneas, plutonianas* ó de *derrame*.

Los depósitos de sedimento son generalmente horizontales; sin embargo se ven en muchos parages dislocados ó inclinados; ademas su elevacion en muchas cadenas de montañas, demuestra que han sido necesariamente levantados. Estos levantamientos de ciertas partes del globo no pudieron verificarse sin perturbaciones en la distribucion de las aguas; y tienen tambien relacion con las erupciones ígneas, de suerte que hay en geologia tres series de hechos muy distintos, que han marchado de frente durante todas las edades geognósticas, que son: 1.° los depósitos de sedimento; 2.° las emisiones de rocas ígneas; 3.° los levantamientos y oscilaciones de la corteza del globo.

Se pudiera recorrer la historia geognóstica de la tierra refiriéndose á una sola de estas series de hechos como principio de clasificacion; pero los fenómenos sedimentales, por la continuidad de su accion, que se egercia en la mayor parte del globo, pueden mejor que los demas

indicarnos los detalles de esta historia. Las capas estratificadas que han producido, en las que se encuentran en estado fósil una parte de los vegetales y de los animales que podrian distinguir las diversas épocas, constituyen por su estension y regularidad, los monumentos mejor caracterizados que nos ha dejado la totalidad de los fenómenos geognósticos. Los terrenos sedimentales deben pues servir de base en toda clasificacion, pero no pueden ser completamente aislados. En efecto, estos terrenos que representan la accion y la mansion de las aguas representan tambien indirectamente los levantamientos, orígen de sus emigraciones ó cambios de lugar sucesivos; y están todavía mas directamente relacionados con las rocas ígneas, porque estos levantamientos, y por consiguiente los cambios de sitio de las aguas, fueron siempre acompañados ó seguidos de emisiones de lavas. Se ve pues que la ciencia estará en su apogéo cuando se conozca la configuracion del globo durante los diversos períodos geognósticos, indicando la direccion y la forma de los levantamientos modificadores, las posiciones ocupadas por las aguas, y la naturaleza de las rocas que se depositaron; en fin la distribucion y caractéres de las rocas cristalinas emitidas. Una *formacion* comprendería á la vez lo que se ha depositado en la superficie del globo, y lo que ha salido de su interior en el intérvalo de las dos revoluciones.

CARACTÉRES GENERALES Y CLASIFICACION DE LOS TERRENOS SEDIMENTALES.

La clasificacion de los diversos terrenos que constituyen la corteza mineral del globo, está fundada en primer lugar sobre los caractéres generales que designan tal masa como perteneciente ya á la serie de los terrenos de sedimento, ya á la de los ígneos: en segun-

do lugar , sobre caractéres especiales que distinguen cada terreno en su serie. Primeramente espondremos los caractéres generales de cada serie, que se deben naturalmente procurar conocer bien antes de pasar el exámen geológico de un pais.

El carácter especial y distintivo de los terrenos de sedimento es la estratificacion; es decir, la configuracion en capas, que estan ordinariamente subdivididas en hiladas ó lechos distintos, por variaciones de color, de testura ó de composicion, cuyos planos de separacion son paralelos á los de la capa misma. Esta estratificacion es un hecho inherente al orígen de los terrenos sedimentales; porque un depósito hecho en las aguas, sea por precipitacion de las materias que estan en suspension, ó por precipitacion química, debe necesariamente verificarse por lechos sucesivos y paralelos.

Otra condicion no menos esencial de los depósitos de sedimento, es la horizontalidad de las capas.

Por consiguiente siempre qne la estratificacion de un depósito esté sensiblemente inclinada, este depósito habrá sido dislocado de su posicion primitiva. El hecho de estas dislocaciones resulta por otra parte de las divergencias que se manifiestan muchas veces en las estratificaciones de las masas sedimentales. Así, cuando los planos de separacion de las diversas capas son todos paralelos, la estratificacion se llama *concordante*, y se puede suponer la totalidad depositada en los mismos mares; pero cuando se ve este conjunto natural dividido en fajas distintas por las direcciones diferentes que siguen los planos de las capas, inclinados ya en un sentido, ya en otro, divididos ó con inflexiones, la estratificacion se llama *discordante*, y se debe necesariamente admitir que estos diversos depósitos discórdantes han sido separados unos de otros por mo-

vimientos de la corteza del globo, es decir, que pertenecen á formaciones distintas.

La sílice, el carbonato de cal y la arcilla, ya puros, ya mezclados entre sí, constituyen casi la totalidad de los depósitos de sedimento; estas capas alternan con rocas de trasporte ó de agregacion, y algunas otras sustancias mucho menos esparcidas, tales como el carbono, el yeso y ciertos minerales de hierro.

Una composicion tan simple parece oponerse á la distincion de los diversos terrenos bajo el aspecto mineralógico. Pero á poco que se reflexione, se verá que existen caractéres diferentes para una misma roca en sus diversas posiciones geognósticas; caractéres fáciles de percibir, cuando se considera la totalidad de un terreno, haciendo abstraccion de todas las escepciones que pueda presentar por menor. Así las calizas inferiores compactas, astillosas, sacaroideas, muchas veces caracterizadas por la presencia de la mica, dialaga, carbono, &c., son distintas de las calizas compactas, litográficas, oolíticas y cretáceas de las formaciones siguientes; y estas mismas no pueden confundirse con las calizas groseras, siliceas ó margosas de los terrenos de sedimento superiores. Las arcillas que no se diluyen, &c., y las grauwackas de los primeros depósitos sedimentales, no tienen analogía con las arcillas untuosas y plásticas de los depósitos recientes.

La presencia y la abundancia del carbono, de la sal gema, de la cal sulfatada, &c., dan muchas veces indicaciones muy precisas acerca de la edad y naturaleza del terreno que las encierra. En fin, el espesor de una formacion y sus divisiones naturales pueden conducir al mismo resultado. En una palabra, rara vez se debe confiar en los caractéres mineralógicos considerados aisladamente, pero el conjunto de estos caractéres

basta algunas veces para dar á conocer un terreno.

Los restos orgánicos ó *fósiles* que contienen con tanta frecuencia los depósitos sedimentales, son un poderoso auxilio para las esploraciones geológicas. El número de fósiles que se pueden designar con el nombre de característicos, es decir, que pertenecen esclusivamente á una formacion es, á la verdad, muy limitado. Pero sucede con los fósiles lo que con los caractéres mineralógicos, solo considerando su conjunto se puede llegar á formar juicios exactos. Asi comparando las listas de los fósiles encontrados en un terreno cuya posicion geognóstica es incierta, con las que se han hecho de terrenos bien determinados, es raro que no se pueda reconocer su rango en la clasificacion. Este método con dificultad pudiera emplearse en el parage mismo por un observador, pero encontraria algunas veces su equivalente en ciertos fósiles, cuya abundancia es característica, aunque ellos no lo sean por sí mismos.

Entre estos cuerpos organizados hay unos que no han podido vivir sino en las aguas dulces y otros que no podian habitar mas que en el mar, pero jamas se encuentran confundidos unos con otros, sino que constantemente estan engastados en capas diferentes alternando unos con otros, y esto muchas veces de seguida; lo que hace suponer que el mar, no solamente ha ocupado todos los parages donde encontramos capas de orígen diferente sobrepuestas así, sino que tambien se ha hallado en diferentes épocas, y que en el intervalo durante el cual se ha retirado, ha sido reemplazado por inmensos lagos de agua dulce que han depositado allí sus sedimentos, como el mar habia dejado los suyos.

El conocimiento de los restos orgánicos que se encuentran en el estado fósil en los depositos sedimentales, constituye una ciencia á parte (la paleontologia), muy

distinta de la geognosia propiamente dicha. Este estudio está ligado con el de la geognosia, en cuanto suministra datos sobre el estado del globo en las diversas épocas.

Por lo demas, la posicion y la continuidad de las capas son las únicas reglas de determinacion que se pueden mirar como infalibles en las formaciones sedimentales. Los caractéres mineralógicos y zoológicos vienen despues; pero si estan bien marcados y hay una correspondencia constante en sus indicaciones, resultan igualmente datos que se pueden considerar como ciertos.

La configuracion de los depósitos representa aproximadamente los contornos de los mares existentes; al paso que la naturaleza mineralógica de estos depósitos indica cuales eran las influencias sedimentales que han dominado sucesivamente. Las diferencias considerables de distribucion geográfica que distinguen unas de otras, las diversas formaciones sedimentales, manifiestan que la transicion fue generalmente repentina y ocasionada por una revolucion que cambió súbitamente la configuracion de los mares y de las masas continentales.

Esta hipótesis de movimientos bruscos y periódicos, hipótesis importante para la clasificacion, está perfectamente confirmada, en primer lugar, no solo por las discordancias de estratificacion, sino tambien por la naturaleza mineralógica de las formaciones cuyos depósitos mas inferiores consisten principalmente en rocas de agregacion, las cuales deben resultar de la accion erosiva y violenta de las aguas en sus emigraciones; en segundo lugar se encuentra todavía apoyada por las mutaciones repentinas, que esperimenta de una formacion á la otra, la serie orgánica, partiendo de los vegetales y animales mas infor-

mes, hasta los carnívoros y los análogos de las especies actualmente vivas.

Una *formacion sedimental*, con arreglo á lo que se ha dicho anteriormente, es el conjunto de capas depositadas en el intervalo de dos revoluciones. Hecha abstraccion de estas ideas geogénicas, es una reunion ó sistema de masas minerales, que estan de tal modo unidas entre sí, que se suponen formadas en la misma época, y que presentan aun en los parages mas distantes, las mismas relaciones generales de situacion geognóstica y composicion. Esto es lo que constituye una formacion independiente. Sus caractéres son:

1.º Los de situacion y de estratificacion; pues una formacion independiente puede descansar casi indiferentemente sobre todas las que la han precedido, y presentar con ellas igualmente que con las que la han seguido, discordancias de estratificacion mas ó menos frecuentes.

2.º Los caractéres de composicion; porque á pesar de las numerosas anomalías que pueden existir, una formacion tiene casi siempre caractéres de composicion que la son propios, ya resulten de la naturaleza misma de las rocas constituyentes ó de las sustancias accidentales, sobre todo si se la considera en comarcas bastante aproximadas.

3.º Los caractéres orgánicos, sea que resulten de la presencia de ciertos fósiles, que fuesen enteramente peculiares de esta formacion, ó que se encontraren en ella con una profusion notable, sea de la falta absoluta de los que caracterizan á las formaciones vecinas.

Generalmente, dos formaciones sobrepuestas estarán distintamente separadas aun cuando su estratificacion sea concordante, si no se siguen inmediatamente en la escala geognóstica, de modo que habrá una laguna. En este caso se ven modificarse los caractéres precitados partien-

do de una línea perfectamente marcada, pero no sucede ordinariamente así en dos formaciones que se siguen inmediatamente. Entonces se ven las capas superiores de la una alternar con las capas inferiores de la otra, los caractéres mineralógicos y zoológicos confundirse y modificarse gradualmente, de modo que no hay cambio ó mutacion completa sino haciendo abstraccion de un conjunto de capas de mayor ó menor espesor. En una palabra, cuando dos formaciones consecutivas se han sobrepuesto sin que haya discordancia en su estratificacion, habrá muchas veces paso de la una á la otra.

Las diversas partes de una misma formacion sedimental deben considerarse como contemporáneas, cualquiera que sea su distribucion y posicion en la superficie del globo. En efecto, las formaciones no deben de haberse depositado sino en el fondo de la masa principal de las aguas, y habiendo tendido la superficie del globo á trastornarse continuamente, los mares interiores debian ser menos numerosos y menos aislados en las diversas épocas geológicas que en la época actual. Se puede concebir que rocas idénticas hayan sido depositadas en lagos aislados y en épocas diferentes; pero esta hipótesis no puede dar lugar mas que á accidentes en las formaciones, y de ningun modo está en oposicion con su isocronismo general.

Las formaciones se subdividen en altos ó pisos que pueden diferenciarse entre sí por una composicion enteramente distinta, ó solamente por el desarrollo mas ó menos grande de ciertas rocas. Estos altos pueden subdividirse en hiladas y estas en capas. Cuando la formacion no tiene mas de un alto, se dice que es *simple*, cuando hay muchos, *complexa*.

Algunas veces sucede que las diferentes rocas de una formacion, alternan entre sí y no forman altos distintos;

otras una roca no se presenta sino accidentalmente en un grupo, y no se ve mas que un pequeño número de capas, de filones, masas informes, diseminadas en toda la formacion, ó en ciertas partes solamente; entonces se dice que esta roca está *subordinada*, por oposicion á las que abundan mucho y á que se da el nombre de *dominantes.*

El nombre de *terreno* tiene una acepcion mas estensa que el de formacion. Un terreno puede comprender muchas que esten reunidas por analogías mas ó menos marcadas, de modo que los terrenos representarán las grandes unidades, es decir, los intervalos transcurridos entre las grandes revoluciones del globo; al paso que las formaciones que subdividen estos intervalos, estarán aisladas entre sí por revoluciones que, sin modificar tan completamente la configuracion de los mares y de las masas continentales, habran sin embargo producido discordancias de estratificacion, la generacion de rocas diferentemente caracterizadas y cambios notables en la serie orgánica.

El observador que recorre un pais donde la serie de los terrenos de sedimento está muy desenvuelta, debe primeramente reconocer bien los caractéres y los límites de las formaciones mejor caracterizadas, con el fin de poder en seguida determinar pasando de una á otra, las demas que estan encima y debajo de estos puntos de comparacion ú *horizontes* geognósticos.

Considerando toda la serie sedimental para establecer en ella las mas estensas subdivisiones posibles, dos terrenos aparecen como mas apropiados que todos los demas para servir de horizontes geognósticos: el terreno llamado carbónífero, caracterizado por una gran abundancia de carbono, un gran desarrollo de rocas arenaceas y de restos orgánicos, sobre todo de vegetales,

muy numerosos y muy distintos. Este terreno que es generalmente esplotado, es mejor conocido que ningun otro, y las discordancias de estratificacion que le aislan casi constantemente de los terrenos inferiores, le designan ademas como colocado entre dos de las principales revoluciones del globo. El segundo es el terreno cretáceo, terreno á la vez muy desenvuelto y muy bien caracterizado bajo el aspecto mineralógico y zoológico. Los caractéres marcados de estos dos terrenos han dado lugar desde el nacimiento de la geognosia, á la subdivision en *terrenos* de *transicion*, *terrenos secundarios* y *terrenos terciarios.*

La serie de los terrenos de transicion abraza todos los terrenos inferiores al carbonífero; la de los secundarios comprende todos los depósitos incluidos entre el límite inferior del terreno carbonífero y el superior del cretáceo; la de los terrenos terciarios comprende todos los depósitos superiores al terreno cretáceo, hasta donde empiezan los terrenos productos de la erosion de las aguas ó terrenos de trasporte ó de aluvion antiguos y modernos. De estos últimos algunos hacen solo dos formaciones, y otros dos terrenos distintos, que encierran, el primero, restos de grandes mamíferos terrestres de especies perdidas, y el segundo, todos los productos de los fenómenos que se efectuan actualmente en el globo.

Estas series de depósitos han sido despues subdivididas en terrenos y formaciones designadas en la tabla que seguirá despues. Sucesivamente iremos describiendo estos diversos terrenos, partiendo del mas inferior. En efecto, las rocas sedimentales no representan generalmente mas que las modificaciones de las rocas preexistentes; es pues necesario para pasar de lo conocido á lo desconocido, empezar por las mas antiguas; pero

como es preciso suponer necesariamente un principio á esta accion, y por consiguiente rocas preexistentes á toda sedimentacion, que han suministrado los materiales de los primeros sedimentos, describiremos preliminarmente estas rocas fuera de serie y designadas con el nombre de terrenos primitivos.

CARACTÉRES GENERALES Y CLASIFICACION DE LOS TERRENOS ÍGNEOS.

Se conoce la naturaleza ígnea de las rocas en su composicion y en la forma de las masas que constituyen. En cuanto á los fenómenos geológicos que han acompañado á su emision, su apreciacion presenta mayores dificultades que la de los fenómenos sedimentales, porque son mas variados y complicados. En efecto, en los terrenos de sedimento, aunque el fenómeno de produccion debiese ser continuo y tan largo como lo fue el período, un pequeño espesor de la roca producida no puede representarnos un espacio de tiempo considerable. La temperatura debia ser necesariamente superior á 100 grados, y las reacciones químicas nos han de tal modo familiarizado con los fenómenos de disolucion y de precipitacion, &c., que podemos concebir muy bien lo que no nos es dado reproducir. Las rocas ígneas, por el contrario, arrojadas á la superficie en épocas intermitentes, se muestran tales como les han hecho las series de los siglos y las circunstancias accidentales de su emision. Ademas, no tenemos sino nociones hipotéticas acerca del punto de donde parten estas rocas y sobre las causas de su emision, pero sin embargo sobre consideraciones de esta naturaleza será preciso fundar su clasificacion geognóstica.

Los fenómenos ígneos que se han verificado desde los tiempos históricos, deben necesariamente servir de intro-

duccion á la descripcion de estos terrenos; en efecto, presentan muchos pormenores que no se pueden ver en las masas resultantes, enfriadas y degradadas por las acciones erosivas. Estos pormenores serán tanto mas difíciles de apreciar cuanto mas pronunciada sea la degradacion de las masas, y por consiguiente los terrenos mas antiguos; en este caso no se puede proceder de lo conocido á lo desconocido si no remontando en la serie geognóstica, partiendo de las masas contemporáneas hasta las mas inferiores.

Las rocas ígneas, cualquiera que sea su homogeneidad aparente son generalmente cristalinas y compuestas de diversos minerales sometidos á ciertas leyes de asociacion. Estos minerales son el feldspato, la piroxena, el anfibol, el cuarzo, la mica, la anfígena, la serpentina, el peridoto y el hierro oxidado, muchas veces titanífero.

Estos diversos minerales estan sometidos, en sus asociaciones, á afinidades y antipatías que parecen inherentes á su naturaleza, ó resultar del estado particular del globo en ciertas épocas. Así, por ejemplo, el cuarzo tan abundante en los granitos, lo es mucho menos en los pórfidos; muy raro en las traquitas y ninguno en las lavas modernas. Si se observa que esta disminucion gradual del cuarzo en las rocas ígneas feldspáticas, coincide precisamente con su órden geognóstico, se verá uno precisado á concluir que el estado geogénico del globo fue tal, relativamente á las rocas ígneas, que tendia á la eliminacion del cuarzo; la repulsion constante que existe entre el anfibol y la piroxena, parece tambien derivarse de causas análogas.

En cuanto á las afinidades y á las antipatías puramente mineralógicas, se puede citar la asociacion tan frecuente del hierro oxidulado y de las rocas serpentinosas, la que existe entre el peridoto y las piroxenas de la for-

macion basáltica, al paso que este peridoto es constantemente eliminado por la presencia del feldspato. Las esclusion del feldspato por la anfigena en una parte de las lavas modernas, la abundancia de mica en los granitos, siendo así que las sienitas contienen mucho menos, los petrosílices y las traquitas tan poco, son otros tantos ejemplos que se pudieran todavía aumentar. Por estas leyes de asociacion se esplica, como sucede que el número de rocas sea tan corto relativamente á aquellas cuya existencia se pudiera suponer.

Las formas que afectan las rocas ígneas son generalmente macizas; por consiguiente apenas presentan líneas de estratificacion. Muchas constituyen por sí solas aglomeraciones de montañas en forma de grupos ó cordilleras, pero las mas veces no forman sino una parte de estos parages, coronando las crestas, ó apareciendo así al pie de las montañas, como sobre la fractura de elevacion.

Sus masas, tan pronto aglomeradas como amontonadas, se ligan casi siempre, por su distribucion, á los grandes accidentes del suelo. En cuanto á los pormenores de sus formas, dependen en gran parte de su posicion. Las masas aisladamente sobrepuestas á la superficie del suelo, afectan tan pronto la de cúpulas, como la de murallas almenadas y dentadas, segun la naturaleza de la roca. Las formas aplastadas y deprimidas, la de corrientes mas ó menos divididas, coronando alturas de otra composicion, son igualmente muy frecuentes. Cuando las masas ígneas estan enclavadas en terrenos preexistentes, se presentan ordinariamente bajo la forma de filones ó masas que cortan la estratificacion, cuyo espesor puede variar desde algunos decímetros hasta centenares de metros; sus crestas difíciles á veces de seguir, se prolongan sin embargo bajo la forma de altas murallas por espacio de muchas leguas. Se les ve tambien en masas in-

tercaladas en el sentido de la estratificacion, unas veces tan regularmente que se les tomaria por una capa sedimental, y otras con engrosamientos, angostamientos y ramificaciones que anuncian su intercalacion posterior. Por lo demas cualquiera que sea la posicion de estas masas ígneas, los detalles de su forma suministran generalmente datos acerca de su modo de emision y de su fluidez primitiva.

En cuanto á su clasificacion geognóstica, no puede hacerse sino por el estudio de las relaciones que presentan con la serie de los terrenos sedimentales. En efecto, los terrenos ígneos son mas notables por la forma y la altura de sus masas que por su estension superficial. De aquí resulta que rara vez hay ejemplos de sobreposicion entre ellos que sirvan para reconocer su edad relativa; y como por otro lado las diversas partes de un mismo terreno no son contemporáneas, su edad absoluta no puede determinarse sino comparatívamente á los depósitos de sedimento. Las relaciones que existen entre las dos series de terrenos no son únicamente geognósticas, y las que hay entre su composicion mineralógica y su situacion, pueden así conducir á un conocimiento mas completo de los fenómenos geogénicos.

Las rocas de las dos series se encuentran muchas veces en contacto, y sin embargo se podrá muchas veces recorrer regiones estensas, sin que los depósitos sedimentales presenten interrupciones. Estas regiones son aquellas cuyas superficies planas estan formadas de depósitos recientes y que no han esperimentado mas que trastornos poco considerables. Pero cuando los depósitos sedimentales han sido muy trastornados, de suerte que han dado orígen á cordilleras ó grupos de montañas, habrá casi certeza de encontrar rocas ígneas.

La presencia de las rocas ígneas está pues íntimamen-

te ligada con las perturbaciones que ha esperimentado el suelo. En el caso de levantamiento de una cordillera á través de una serie mas ó menos complicada de depósitos, las rocas ígneas constituirán muchas veces el eje central, que de este modo será el eje mineralógico de la misma, y los terrenos se presentan en el mismo órden en cada vertiente. Otras veces, las masas ígneas aparecerán alineadas al pie de la cordillera; pero en este caso será muy probable que su emision no sea contemporánea del levantamiento y que no se haya verificado sino á favor de movimientos posteriores. En uno y otro caso, la direccion de estas masas será paralela á la de la cordillera, es decir, á la que siguen las capas de sedimento.

Si el levantamiento, en lugar de efectuarse siguiendo una línea recta, no ha afectado mas que un solo punto de la corteza mineral del globo, los depósitos sedimentales sobrepuestos habrán sido levantados hácia un punto central á donde convergirán. Pero no teniendo bastante elasticidad para prestarse á la dilatacion que exige tal combadura del suelo, las capas generalmente se han roto, dejando en este centro una cavidad circular que se ha convenido en llamar *cráter de levantamiento*. En el centro de este cráter es donde se encuentran generalmente las rocas ígneas contemporáneas del levantamiento.

Bajo el aspecto mineralógico, parece que productos de orígenes tan diferentes como las rocas ígneas y sedimentales, deben siempre ser muy distintos. Esta distincion será en efecto muy fácil, siempre que las últimas permanezcan tal como han sido formadas por la sedimentacion; pero cuando han estado en contacto con las rocas ígneas, las circunstancias enérgicas de temperatura y depresion á que han estado sometidas han alterado mas ó menos su naturaleza primitiva, de tal suerte que un

centro de perturbacion y de emision de rocas ígneas es casi siempre para los depósitos sedimentales, un centro de alteraciones, que irán siempre disminuyendo á medida que se alejen de este punto, pero que se propagarán tanto mas lejos cuanto mas viva haya sido la accion y mas impresionable la roca.

Estas alteraciones son fáciles de esplicar cuando los principios constituyentes han permanecido los mismos. Así las areniscas han sido cambiadas por el contacto de las rocas ígneas, en cuarzo compacto, las calizas en mármoles, las grawackas en gneis; pero no sucede lo mismo cuando ha habido variacion en los principios.

Así tambien, carbonatos de cal han sido muchas veces transformados en dolomia. Tales rocas de composicion muy sencilla han sido penetradas por el anfíbol, piroxena, espinelas y otros minerales de naturaleza ígnea. Estas reacciones, no se limitaron por otra parte á modificaciones de las rocas: los criaderos metalíferos, las materias que llenan un gran número de filones y cavidades, parecen en gran parte estar en relacion con las emanaciones de lo interior á lo esterior.

Estas alteraciones se han verificado muchas veces en una escala inmensa; de modo que regiones estensas como la de los Alpes, han tomado un aspecto mineralógico evidentemente diverso del que tenian al principio. Y siendo las probabilidades de alteracion tanto mayores cuanto mas antiguos eran los depósitos, debe necesariamente existir una conexion íntima entre los primeros depósitos sedimentales y las rocas ígneas antiguas; conexion que se halla considerablemente aumentada por una grande analogía en las rocas, puesto que las aguas no habian todavía tenido tiempo de modificar completamente la corteza ígnea apenas enfriada, sobre la que habian sido precipitadas.

Las relaciones geognósticas serán de un estudio fácil entre los depósitos sedimentales, cuyo isocronismo general es muy probable, y las masas ígneas que les habran atravesado en épocas intermitentes.

Si se considera una masa ígnea prominente en la superficie del suelo, será necesariamente posterior á las rocas sobre que descansa, á no ser que el pais haya sido de tal modo trastornado, que se pueda con razon suponer una inversion completa de todo el sistema que hubiera alterado el órden de sobreposicion. Pero de que se encuentre una roca sobrepuesta á ciertas capas, no se sigue que no pueda considerarse como mucho mas posterior. Si la masa está intercalada, será posterior á las rocas que atravesará; pero porque un filon atravesando un sistema de capas, se detenga en medio de ellas no se puede deducir que es anterior á todas las que no ha traspasado. Así mismo todas las rocas ígneas intercaladas en un terreno, son ciertamente posteriores á aquellas sobre quienes descansan, pero pueden serlo tambien á aquellas que les cubren.

La totalidad de los hechos geognósticos suministrados por la observacion acerca de las rocas ígneas demuestran que estas no pueden clasificarse de una manera fija, paralelamente á la serie sedimental. Así las traquitas, anteriores á los terrenos terciarios en un gran número de paises, les son posteriores en Francia; el granito, que es una de las rocas ígneas, mas antiguas, se ha encontrado posterior á calizas de transicion y aun al lias. Se tienen es verdad datos medios; así se puede decir que los basaltos han sido generalmente emitidos durante el periodo terciario; pero estos datos no son todavía bastante positivos para tomarse de una manera absoluta.

La edad geognóstica de los terrenos ígneos debe establecerse entre ellos por medio de sus relaciones con

los depósitos sedimentales, pero sin procurar generalizar estas relaciones entre las dos series; de este modo se ha podido reconocer entre ellas un órden de aparicion. Comparando su edad relativa, en las partes del globo mas distantes, no solo con arreglo á los hechos de sobreposicion, sino valiéndose de todos los indicios suministrados por la posicion de las masas relativamente á los valles actuales, por la conservacion mas ó menos perfecta de sus formas, &c., se ha reconocido que las rocas ígneas se habian sucedido en lo general en un órden constante, constituyendo cada especie un período mineralógico. El número de estos períodos mineralógicos es todavía bastante reducido, porque faltan los hechos para distinguir geognósticamente las rocas mineralógicamente desemejantes, sobre todo en los períodos antiguos. Las tres grandes subdivisiones establecidas bajo las denominaciones de terrenos, son las únicas que pueden tomarse de un modo absoluto; en cuanto á las subdivisiones en formacion no estan realmente demostradas mas que para el terreno volcánico.



CLASIFICACION GEOGNÓSTICA

DE LOS

TERRENOS SEDIMENTALES É ÍGNEOS.

Terreno	Rocas
Terreno primitivo.	Granito, sienita, protogina. Gneis Micaesquisto Esquisto arcilloso y talcoso. Caliza.

Serie de los terrenos sedimentales.

	Terreno	Formaciones
	Terreno de transicion.	Formacion inferior. Formacion superior.
Terrenos secundarios.	*Terreno carbonífero.*	Formacion del antiguo gres rojo. Formacion carbonífera.
Terrenos secundarios.	*Terreno peneo.*	Formacion del nuevo gres rojo Formacion del zechstein. Formacion del gres rojo de los Vosgos.
Terrenos secundarios.	*Terreno kéuprico.*	Formacion del gres abigarrado. Formacion del muschelkalk. Formacion de las margas irizadas.
Terrenos secundarios.	*Terreno jurásico.*	Formacion del lias. Formacion oolítica.
Terrenos secundarios.	*Terreno cretáceo.*	Formacion del gres verde. Formacion cretácea
	Terreno terciario.	Formacion inferior Formacion superior
	Terreno de aluvion.	Aluviones antiguos Aluviones modernos.

Serie de los terrenos ígneos.

Terreno	Rocas
Terreno granítico.	Granitos. Granitos, sienitas, protoginas
Terreno porfírico.	Pórfidos cuarcíferos y feldspáticos Dioritas, trapps. Meláfiros, espilitas. Serpentinas, eufótidas, ofitas, variolitas.
Terreno volcánico.	Traquitas. Fonolitas. Basaltos, Wackas. Lavas modernas, piroxénicas, feldspaticas, labradóricas, y anfigénicas.

TERRENOS PRIMITIVOS.

Los terrenos primitivos son los terrenos mas inferiores, que suministraron los materiales de los primeros depósitos sedimentales, y les sirven de base. Con arreglo á lo que se ha dicho anteriormente sobre la generacion de las rocas, representaron aquel primer período que es preciso suponer, durante el cual no existia ningun equilibrio establecido, y en el que los dos principios generadores, ígneo y sedimental, daban orígen á grandes masas minerales, por su accion simultánea ó alternativa. Así constituyen el punto de partida y de reunion de estos dos principios, de tal modo, que es muchas veces imposible determinar si una roca pertenece al uno ó al otro.

Los caractéres de los terrenos primitivos son enteramente negativos; y resultan de la falta total de restos orgánicos, y de todo depósito de trasporte, que pueda anunciar de parte de las aguas una accion prolongada y regular. Como no hay roca alguna que especialmente les pertenezca, un gran número de masas minerales, consideradas como primitivas, pueden igualmente bien incluirse en la clase de los terrenos de transicion, por solo el hecho del descubrimiento de algunos restos orgánicos, ó de algunas capas de pudingas intercaladas.

Las rocas constituyentes son, los granitos, las sienitas, las protoginas y las leptinitas que pueden considerarse como de orígen ígneo; los esquistos arcillosos, los talcosos y los cuarzos representan el elemento sedimental, al paso que los gneis y los esquistos micaceos, rocas semicristalínas, sirven de transicion entre las dos clases.

Los terrenos primitivos son tanto menos estratificados, cuanto mas cristalinos son. Cuando las rocas esquis-

tosas dominan y la estratificacion es sensible, es raro que no se presenten todas las circunstancias de inflexiones é inclinaciones de un terreno de los mas trastornados. Las rocas ya citadas, alternan muchas veces juntamente; pero aunque estas alternaciones pueden ser muy multiplicadas, resulta de todas las observaciones hechas hasta aquí en los terrenos primitivos, que hay siempre una que está muchas veces mas desenvuelta que las demas, y que puede considerarse como la roca dominante y característica. Ademas, las diversas partes son tanto mas antiguas, cuanto que la dominante es: 1.º el *granito*, 2.º *el gneis*, 3.º *el esquisto micáceo*, 4.º *el esquisto arcilloso*.

Se puede pues mirar el desenvolvimiento ó predominio de cada una de estas rocas como cuatro términos ó formaciones, que subdividen la totalidad del terreno primitivo; de donde se puede concluir, en atencion á la naturaleza de estas rocas, que un terreno primitivo es tanto mas antiguo, cuanto mas cristalino es y menos estratificado.

Los terrenos primitivos, ó á lo menos los que se pueden mirar como tales, en vista de la falta total de restos orgánicos y de indicios de una sedimentacion regular, se hallan en todos los paises, puesto que son ellos los que forman la masa de la corteza del globo sobre la que descansan todos los demas, pero no en todas partes son visibles; sin embargo, con bastante frecuencia se muestran al descubierto, y constituyen comarcas de una estension considerable; por lo comun forman paises montuosos y elevados. Tales son frecuentemente los ejes mineralógicos de las grandes cordilleras del globo. Los Alpes orientales, desde San Gotardo hasta las llanuras de Hungría; el eje de los Alpes occidentales ó grandes Alpes; las cordilleras de Erz ge birge en Sajonia, y de Rieseng ebirge en Silesia; las de los montes Urales

en Rusia; las que atraviesan en toda su longitud la Escandinavia; la de los montes Grampianos en Escocia, la de los Pirineos, la que separa Castilla la Nueva de la Vieja y otras de España, la de los Alleganis en los Estados Unidos, en fin, la inmensa cordillera de los Andes, presentan un desenvolvimiento mas ó menos notable de los terrenos primitivos.

Estos terrenos no estan por otra parte siempre concentrados en las cordilleras, sino que constituyen con frecuencia masas mas ó menos trastornadas, protuberancias y arrugas que se levantan como islas de entre los terrenos de sedimento que se estienden á su base. Tales son en gran parte la vasta mesa ó esplanada de la Francia central; el inmenso macizo de la Bretaña, que se une con las montañas de Cornouilles, del pais de Galles y de la Irlanda meridional; la punta de la Galicia y de las Asturias; la Córcega y el norte de Cerdeña; la parte meridional de la Grecia, partiendo de los montes Balkans; el macizo del Asia menor, el Archipiélago griego, una parte de los Estados Unidos, del Brasil, del Perú, &c.: estos diversos paises estan casi enteramente compuestos de terrenos primitivos y de transicion.

Generalmente se considera el granito como la roca mas inferior, y la base de toda serie geognóstica. En efecto, en los parages en que los cuatro términos primitivos estan desenvueltos, el punto principal del desenvolvimiento granítico es siempre aquel que se puede mirar como la base. Sin duda nada prueba que no se encontrarian, haciendo una escavacion profunda, todavía nuevas alternaciones de gneis y de esquistos micáceos; pero como es preciso suponer un término á estas alternaciones, es natural pensar que se terminan por el granito.

El granito, segun Humboldt es tanto mas antiguo cuanto menos estratificado es, mas rico en cuarzo y menos

abundante en mica. Este hecho concuerda bien con lo que se ha dicho mas arriba acerca de la disminucion gradual del cuarzo en la serie de las rocas ígneas.

La naturaleza de las sustancias accidentales que en ellos se encuentra presentan tambien algunas relaciones con la edad de los granitos. Así la turmalina, el titanio rutilo cuya frecuencia está en relacion con la abundancia de cuarzo, carácterizan á los granitos mas antiguos. El volfram, el óxido del estaño, la pinita, son ya indicios de una edad posterior, al paso que los granates y las sustancias talcosas anuncian una edad todavía mas reciente. Por lo demas, un granito antiguo es siempre pobre en sustancias accidentales, y con frecuencia se le puede seguir muchas leguas, sin encontrar otra cosa que feldspato, cuarzo y mica. Ciertos granitos, distintamente caracterizados, no aparecen sino asociados con el gneis; tal es el granito estanífero caracterizado por partículas de óxido de estaño, diseminadas ó reunidas en vetas. Estos granitos son generalmente de grano grueso y fáciles de descomponer.

El gneis, compuesto de los mismos elementos que el granito, se diferencia de él sin embargo de una manera esencial por la proporcion de sus principios constituyentes. Es una roca cuya estratificacion no se puede negar; tan pronto pasa á granito, cuando la mica disminuye y se disemina, como al micaesquisto, cuando al contrario está en gran cantidad y hace la roca muy divisible en hojas.

En toda la Europa occidental, el gneis está en cierto modo como oscurecido, por una parte, por el desenvolvimiento de los granitos y por la otra, por el de los esquistos micaceos, talcosos y arcillosos. Por el contrario es la roca dominante en el macizo de la Escandinavia, dondealterna con micaesquistos, habiendo solo

algunos puntos en donde hay razon para sospechar un granito inferior y central. En Hungría los granitos y los gneis se presentan juntos, y únicamente de este modo, y aun el último, puede considerarse como mas desenvuelto. Lo mismo sucede en los Alleganis.

El desenvolvimiento de los gneis es casi el indicio precursor de la complicacion del terreno por la aparicion de los esquistos micáceos y de los esquistos arcillosos. En los primeros, es raro que la estratificacion sea bien continua.

Las variedades mineralógicas de los *micaesquistos* son principalmente determinadas por la disposicion del cuarzo, ya diseminado é imperceptible, ya reunido en nódulos ovoideos, al rededor del cual sigue el esquisto, dando orígen á una estructura entrelazada muy curiosa. En este caso, sucede algunas veces que los granates ocupan el lugar del cuarzo; otras el cuarzo se hace tan dominante que se aisla en capas, ya de cuarzo compacto seudo-regular, ya con mas frecuencia del que se designa bajo los nombres de greisen ó de hialomicta, que es un cuarzo granudo dividido en hojas por pajillas de mica. Al Sur del Ecuador en las montañas del Brasil y en las cordilleras de los Andes, se encuentran masas enormes de este cuarzo, puro ó mezclado con el talco, y algunas veces aurífero. El terreno del micaesquisto es quizá el mas repartido en Europa.

Se ha considerado el esquisto arcilloso como compuesto de los mismos materiales que las demas rocas esquistosas reducidas á su máximo de tenuidad: mas exacto seria decir que está compuesto de las que son mas susceptibles de permanecer en suspension en el agua. Desde entonces las partes cuarzosas se harán indiscernibles, al paso que los principios talco, arcilla y mica dominarán pero en un estado tal de tenuidad, que la roca parecerá casi siempre homogénea.

La estratificacion de los esquistos arcillosos es mas distinta y mas continua que en todas las rocas precedentes; pero cuando estos esquistos se presentan de otro modo que en el de alternacion, son casi siempre un indicio del paso al terreno de transicion. La piedra lidia, cuarzo negro y esquistoso de que se sacan las piedras de toque, es una variedad de esquisto arcilloso y que algunas veces se desenvuelve considerablemente, lo mismo que el greisen en los micaesquistos. Los esquistos arcillosos de Kielwig en Noruega, que se han visto alternar con el esquisto micaceo y el gneis, y penetrar debajo de granitos; los del litoral de Venezuela, que contienen alumbre nativo; los de la Silesia asociados á los gneis y micaesquistos, son ejemplos que se pueden citar de esquistos arcillosos primitivos.

Es raro que se encuentren los cuatro términos de la serie primitiva igualmente desenvueltos en una misma region. Las montañas de la Francia central apenas presentan otra cosa que granitos; en los Alpes las rocas dominantes son el gneis, los esquistos micáceos y talcosos; en los Pirineos son los esquistos micáceos y arcillosos los mas pronunciados; en la cordillera de Guadarrama el gneis y el granito abundan mucho, pero este último domina entre el Tajo y el Guadiana; en Sierra Morena el granito aparece en su pie meridional y se continua en seguida hasta el Guadalquivir; en fin, en la alta cordillera de Sierra Nevada el granito tan abundante en las otras cordilleras de la península, parece faltar enteramente, y su ramal central está compuesto de un micaesquisto granatífero.

Otras veces las rocas que se consideran como subordinadas son las que dominan y se desenvuelven casi esclusivamente. En ciertas partes del Egipto y de los An-

des, las sienitas forman la masa principal del suelo. El cuarzo domina en la provincia de Minas Geraes en el Brasil. En Sajonia, al norueste del Erzgebirge, en Suecia y en Moravia, se encuentra un desenvolvimiento de los mas marcados de leptinitas ó weistein. Estas leptinitas se miran en estos paises como una formacion particular, contemporánea de los terrenos de granito y de gneis; los granitos de Sajonia y las sienitas de Suecia pasan á ella por grados insensibles. En fin, en el monte Blanco domina la protogina y en el Brasil los esquistos talcosos.

Uno de los hechos mas generales que resultan del estudio de los terrenos primitivos es la conexion á la vez mineralógica y geognóstica que existe entre los cuatro términos de la serie y las diversas rocas de que estan compuestos. Hay paises que no presentarán sino una oscilacion continua entre el granito y el gneis; otros entre el micaesquisto y el gneis, ó el micaesquisto y el esquisto arcilloso. Estas oscilaciones se repetirán del esquisto micáceo y del arcilloso al cuarzo, de tal modo que no será posible ver en la totalidad del terreno, sino una sola formacion en la que las rocas no cambian sino por transitos mineralógicos ó por alternaciones. De la misma manera se establece el paso al terreno de transicion, en gran parte compuesto de los mismos elementos, de modo que muchas veces es dificil determinar no solo los límites de estos terrenos, sino tambien en cual de los dos debe colocarse tal comarca ó tal masa mineral.

Los terrenos primitivos contienen, ademas de las materias mencionadas al hacer su descripcion, otras que tambien se emplean en las artes ó son objeto de la industria. Tales son entre las rocas graníticas, el topacio, el jacinto, el corundo, el agua marina, la esmeralda y la amatista, aunque no con tanta abundancia como la turmalina;

el zafiro, los granates, el esmeril, el amianto, la serpentina, la creta de Brianzon, el ultramar y muchas minas de cromo, cobalto, hierro, cobre y algunos filones de plata, oro y plomo en las rocas mas superiores.

Esta clase de terrenos que unas veces forman montañas peladas, cortadas en escalones, abruptas ó destrozadas en todos sentidos, y otras veces montañas redondeadas, poco elevadas, sin aristas y separadas igualmente por valles redondeados y poco profundos, son por lo regular bastante estériles. Esta modificacion de las formas y por consiguiente de los trabajos, influye notablemente en los aspectos de los paises y en el bien estar de los habitantes. El primero, aun que al parecer inadecuado para la agricultura, es el asilo de montañeses acomodados, activos é industriosos; en el segundo por el contrario, le cubre anualmente el labrador de semillas, y sin embargo no se ve mas que negligencia, miseria y enbrutecimiento. Esta aparente contrariedad se esplica fácilmente, si se atiende á que si bien los parages primitivos en que dominan las rocas ásperas no se prestan al cultivo en grande, y muchas veces sus rocas áridas no presentan á la vegetacion sino algunas anfractuosidades donde se fijan algunas plantas, con todo siempre se descubren ciertas porciones de superficie moderadamente inclinada, susceptible de retener la tierra vegetal, y de poderse cultivar en ella, segun su esposicion, esta ó la otra planta alimenticia.

Los valles comprendidos entre estas rocas primordiales siempre profundos y poco ensanchados, tienen un suelo fértil y los habitantes cultivan todo lo que puede serlo. Asi sus propiedades estan divididas en mil partes diferentes y distantes, que les obligan á recorrer sin cesar inmensos espacios por senderos difíciles y peligrosos. Por otra parte, estos pequeños espacios cultiva-

dos son bastante productivos porque estan compuestos principalmente de buena tierra vegetal, pues los agentes atmosféricos solo pueden arrastrar restos de plantas y de insectos de estas rocas duras. Asi, cuando en la reunion de dos valles, se encuentra un ensanchamiento de alguna consideracion se ve una aldea populosa, que saca su subsistencia de un terreno que en otras partes apenas bastaria para sustentar una familia.

Esto es precisamente lo que sucede en los paises en que el terreno granítico no forma sino colinas redondeadas y poco elevadas, lo que proviene de que las rocas están en descomposicion á causa de la del feldspato, que es el elemento mas destructible. Pero bajo esta forma redondeada que les protege contra los progresos de la destruccion, las aguas que se infiltran no dejan de ejercer su activa influencia; las rocas se alteran mas y mas hasta grandes profundidades, lo que es precisamente la causa de su esterilidad; porque el agua de las lluvias, penetrando á grandes profundidades, se sustrae á la absorcion de las raices y reduce las plantas á una sequedad inevitable. Así, estas rocas en descomposicion son siempre secas esteriormente y ávidas de humedad; los rocíos mas abundantes no pueden humedecer la superficie; el agua es inmediatamente absorvida; por eso no se ve crecer sobre estas rocas, ni en los campos que forman, casi ninguna de estas plantas pequeñitas, que son el indicio de la fecundidad. Otras causas de esterilidad se unen á las enunciadas: la sosa y la potasa que entran en la composicion del feldspato y cuya afinidad con el agua es causa de la descomposicion de este, pueden perjudicar á la mayor parte de las plantas; pues aunque se ha reconocido que los abonos alcalinos son favorables á la vegetacion, se ha de entender de los que no encierran mas que sales alcalinas y no álcalis cáusticos. En fin, la falta de *carbonato de*

cal en estos terrenos no pueden menos de ser una causa de languidez y de muerte para las plantas, puesto que esta materia desempeña un papel importante en su alimentacion.

Esto supuesto como estas montañas redondeadas son accesibles por todas partes y estan cubiertas de una tierra que es la misma roca desagregada, este suelo no tiene valor por su esterilidad, lo que induce al habitante de estos lugares á cultivar lo mas que puede. El trabajo que se impone aumenta con la estension del sitio que cultiva; y casi siempre, abrazando demasiado espacio, no puede acabar sus labores, y sus semillas permanecen infructuosamente en una tierra naturalmente ingrata. Asi, viendo desde su infancia sus esfuerzos abortados, y no teniendo nada que pueda escitar á su alrededor su celo ni su industria, se habitúa á su posicion infeliz y se embrutece en un trabajo penoso sin procurar perfeccionarle.

Sin embargo, esta esterilidad de las tierras primordiales no carece absolutamente de remedio; pero para aplicarle convenientemente, es preciso conocer con precision el orígen del mal, que varía de un punto á otro.

Para resolver la cuestion bajo un punto de vista general, se puede decir, que conviene esparcir sobre semejantes terrenos arcillas, que harán el suelo menos permeable al agua; y si se pudiesen tener á la mano arcillas calizas ó margas arcillosas, serian todavía mas útiles, porque añadirian á los campos un principio de que están desprovistos, el carbonato de cal. En fin, en la eleccion de abonos se deberá dar la preferencia á los abonos ácidos, que neutralizarán la influencia caústica de la potasa y de la sosa del feldspato, y formarán con ellas sales útiles á la vegetacion.

SERIE DE LOS TERRENOS SEDIMENTALES.

TERRENO DE TRANSICION.

El terreno de transicion representa el primer período sedimental, es decir, una distribucion estable de las aguas en la superficie del globo, una época de equilibrio durante la cual se formaron depósitos en el seno de los mares.

Las rocas que constituyen los depósitos de transicion, son en efecto principalmente rocas de agregacion, cuya estension, estructura arenácea y estratificacion continua indican de parte de las aguas, una accion regular y prolongada. La presencia de restos orgánicos, demuestra por otra parte que estas condiciones de estabilidad existieron realmente, puesto que solo por este medio pudieron los moluscos y políperos nacer y desarrollarse en los mares, y los vegetales, cuyas impresiones se encuentran hoy dia y cuya abundancia atestiguan sus inmensas acumulaciones y las vastas capas de carbon, multiplicarse en la superficie de las tierras salientes.

El esquisto arcilloso, la grauwacka, el cuarzo y la caliza son las rocas constituyentes del terreno de transicion. Entre estas rocas, la grauwacka y la caliza, sin pertenecerle esclusivamente, son en cierto modo características, porque no existen en el terreno primitivo, y porque se distinguen de las rocas calizas y arenaceas mas recientes por caractéres particulares. Estos caractéres resultan principalmente de la estructura esquistosa, tan general de estas rocas antiguas, de la presencia de la mica, y de los principios talcosos, cuya mezcla influye mucho en esta estructura. Por lo

demas, aunque los tránsitos al terreno primitivo por los esquistos arcillosos, y al terreno carbonífero por las rocas arenaceas carboníferas, puedan ser muy raros, se encontrará un elemento de distincion precioso en los datos de la estratificacion. La línea de separacion, respecto del terreno primitivo debe colocarse donde el orígen sedimental está espresado de una manera franca, y la estratificacion aparece con direcciones constantes, é inclinaciones continuas: en cuanto al terreno carbonífero, es muy raro que no esté en estratificacion discordante sobre el terreno de transicion que le sostiene.

La presencia y la naturaleza de los restos orgánicos son por otra parte signos muy distintivos. Las madréporas, los encrinitas ó lirios de mar (Lám. V. fig. 1) entre los zoófitos, algunos radiarios y anelides, las ortoceratitas (fig. 2 y 3), que se han encontrado hasta de tres pies de largo por uno de diámetro en su parte mas ancha; los nautilos, los espiríferos, las terebrátulas (fig. 4), los productus, grifeas (fig. 5), estrofomenos, (fig. 6) y otros menos comunes, tales como los evonfalos (fig. 7), los espodumenos, los beloferontes (fig. 8) y buccinos, entre los moluscos; diversas variedades de trilobitas (fig. 9.), entre los crustaceos; en fin dientes y paladares de peces, á los que se ha dado el nombre ictiodurulitas, son los principales fósiles animales, que por lo comun se encuentran en los esquistos y en las calizas. En cuanto á los fósiles vegetales consisten principalmente en algas, cañas y helechos arborescentes. Entre todos estos seres las ortoceratitas reunidas á los depositos de antracita, forman el carácter de este grupo.

Las rocas del terreno de transicion varian en sus caractéres, segun la posicion geognóstica que ocupan; pero estas variaciones no tienen valor mas que en esten-

siones mas ó menos reducidas. El único de estos caractéres que se puede generalizar, es el desenvolvimiento sucesivo del carbono. En efecto, no solo los esquistos y las calizas estan muchas veces impregnadas de él, sino que las masas y capas de antracita se hacen cada vez mas frecuentes, á medida que se pasa de las capas inferiores á las inmediatas al terreno carbonífero. En ciertos parages, las capas superiores del terreno de transicion encierran ya verdaderas capas de hulla. Este carácter no es el único que tiende á subdividir el terreno y se observa que las capas superiores presentan generalmente alternaciones de una composicion mas variada, y en las que las rocas arenáceas dominan mas y mas.

Las capas de combustible, el predominio de las rocas arenáceas y de su tránsito al gres, la multiplicidad de las alternaciones, la exactitud de la estratificacion que resulta necesariamente de la naturaleza heterogénea de las capas, serán pues los caractéres que distinguirán la parte superior del terreno de transicion de la parte inferior.

El conjunto de estos caractéres basta para imprimir á estas dos partes un aspecto enteramente diferente. Si se añade que estas divergencias convienen ademas con variaciones en los caractéres zoológicos y discordancias de estratificacion, no se podrá titubear en dividir el terreno en dos formaciones distintas. La formacion de transicion *inferior* encierra principalmente encrinitas, productus, nautilos espiríferos, &c., y está muchas veces cubierta, en estratificacion discordante, por la formacion *superior*, que está caracterizada por la existencia mas comun de los espodumenos, de las terebrátulas y beloferontes.

Formacion inferior.

La formacion inferior es de mucho mas espesor, y está mas desenvuelta; hasta aquí á lo menos, las localidades reconocidas por pertenecer á la formacion superior, son muy circunscritas y poco numerosas. Estos depósitos están generalmente desenvueltos en los parages en que hemos señalado los terrenos primitivos, sea que envuelvan su base, ó que corran paralelamente á un eje central primitivo y formen las elevaciones de segundo orden, sea en fin que cubran vastas superficies y oculten totalmente el suelo inferior.

Así, en el Hartz, macizo esquistoso de los bordes del Rhin, el terreno de transicion domina esclusivamente; no está interrumpido mas que por emisiones graníticas posteriores que le han trastornado, cuyo contacto ha dado muchas veces á los esquistos el aspecto semicristalino del gneis y del micaesquisto. El eje primitivo de los Alpes orientales está cubierto en cada uno de sus vertientes ó lados por dos fajas de terreno de transicion: en los Pirineos el terreno de transicion que es muy desarrollado, vuelve de nuevo á aparecer en las Asturias y Galicia. Los Vosgos, la selva Negra, la Sajonia, la Bohemia, la Silesia, la Hungría, los bordes del Golfo de Islandia, los montes Grampianos, las puntas de Irlanda, el Cornouailles, el pais de Galles, la Bretaña y los lados de la esplanada central de Francia pertenecen en gran parte á los depósitos de transicion inferior.

El Hartz es una region montañosa de forma elipsoidal, que se eleva, como una isla aislada en medio de los terrenos secundarios de la Alemania septentrional, entre el Elba y el Weser. Esta region se ha designado

con frecuencia como tipo de los terrenos de transicion. Si se la recorre partiendo desde Brocken, masa granítica que forma el punto dominante y central, se ve empezar el terreno de transicion por un gran desenvolvimiento de los esquistos arcillosos. Estos esquistos pasan á la grauwacka, á la piedra lidia, al cuarzo compacto y á la caliza; son de diverso color; la pizarra comun con pajas de mica es la mas comun, muchas veces alterna con bancos de psammitas ferruginosas y cuarzos compactos, que en virtud de su mayor dureza, dan lugar á ásperas eminencias. Un desenvolvimiento de grauwacka, se sigue á los esquistos arcillosos. Estas grauwackas pasan tan pronto á la grauwacka esquistosa como á los conglomerados.

Los esquistos calizos, las calizas negras, que estan subordinadas en el esquisto arcilloso y á las grauwackas, se desenvuelven mas á medida que se asciende en la serie de las capas, y pueden considerarse como formando el tercer término del terreno de transicion de Hartz. En los tres términos se encuentran indiferentemente, pero sobre todo en las rocas finamente esquistosas, los fósiles ordinarios del terreno de transicion inferior. Este terreno está muchas veces interrumpido por rocas ígneas, cuya aparicion está ligada con grandes modificaciones de las rocas sedimentales y con un desenvolvimiento considerable de los minerales metalíferos.

Esta sucesion de los tres términos de transicion, caracterizados por el desarrollo del esquisto arcilloso y de la caliza, parece un hecho bastante general. Las anomalias que se pudieran citar son solo aparentes y provienen de un desenvolvimiento incompleto; de donde resulta que se podrán por ejemplo, mirar las calizas subordinadas á los esquistos como el desenvolvimiento del término calizo.

Así, en el terreno de transicion de Hungría, no hay mas de dos términos, el primero mas inferior, consiste en grauwackas con bancos subordinados de esquistos, de calizas y gres cuarzoso; el segundo, en gres cuarzoso y en calizas muchas veces desenvueltas aisladamente ó por alternaciones, pero sin grauwackas, por consiguiente falta el término esquistoso arcilloso.

En el macizo de transicion que el Rhin atraviesa á la altura de Maguncia, Colonia y Bona, el esquisto arcilloso y la grauwacka son las únicas desenvueltas. Al N. N. O. los esquistos pizarrosos, muchas veces cuarzosos, dominan y constituyen casi todas las Ardenas; en la parte del Sur, el Taunus, por ejemplo, es la grauwacka.

En los Vosgos, el terreno de transicion forma la region central y mas elevada. Las cimas dominantes de formas redondeadas, estan generalmente compuestas de rocas granitoidales, envueltas como en una capa por las rocas esquistosas, que consisten en esquistos talcosos y arcillosos en grauwackas y calizas, alternando todas y pasando de unas á otras. Un gran número de rocas ígneas han atravesado y trastornado este terreno en diversas épocas, modificando las rocas en contacto que han tomado la apariencia de gneis ó de feldspato térreo, y les han penetrado de masas y filones metalíferos, (hierro oligisto y espático, plomo sulfurado y carbonatado, cobre gris, arsénico y cobalto). Al otro lado del Rhin, presenta enteramente los mismos caractéres de forma y composicion. Caractéres analogos se encuentran en los terrenos de transicion que se hallan alrededor de la esplanada primitiva de la Francia central. Pero en la cordillera de los Pirineos, el terreno presenta caractéres particulares.

El terreno de transicion de los Pirineos constituye cerca de las tres cuartas partes de la cordillera, y consis-

te en un gran desenvolvimiento del esquisto arcilloso, asociado á grauwackas, calizas, brechas, calizas y rocas de cuarzo. Las capas alternativas de estas diversas rocas siguen una direccion paralela á la de la cordillera, costeando, de una estremidad á la otra, las elevaciones centrales que se levantan de su seno como otros tantos islotes.

Las rocas son mas variadas en esta cordillera que en ningun otro terreno. Entre los esquistos arcillosos se ha distinguido la pizarra, el esquisto arcilloso micáceo y el esquisto terroso cuyos epitetos indican su naturaleza.

Las grauwackas se subdividen en comun, esquistosa, brechiforme ó pudinguiforme, segun que las porciones de rocas que les constituyen son redondeadas ó angulosas. Pero el cuarzo y la caliza son las que presentan mayores variaciones desde su estado de mas perfecta pureza hasta su mezcla íntima con el esquisto, y el punto de perder enteramente sus caractéres para adquirir los de este. Las calizas de los Pirineos dan mármoles muy variados en virtud de estas mezclas: los mármoles amigdalinos del valle de Campan, no son otra cosa que la mezcla de una caliza cristalina con un esquisto talcoso. Las calizas son las rocas mas ricas en fósiles.

Las brechas calizas constituyen capas subordinadas ordinariamente á la caliza compacta; estan compuestas de fragmentos calizos á los que se agregan fragmentos de las demas rocas de los Pirineos, reunidos por un cimento calizo. Estas brechas enteramente particulares no pueden considerarse como terreno de trasporte, y se ve el geólogo inducido, por su naturaleza, á suponer que el mismo fluido en que se producian las calizas, destruia una parte de lo que habia depositado precedentemente, para reunir sus porciones á las nuevas capas producidas.

Formacion superior.

La formacion de transicion superior no comprende sino un pequeño número de localidades; pero no es dudoso que el número de estas aumente mucho por investigaciones ulteriores. Se han reconocido en Bretaña, en las islas Británicas y los Vosgos, en una parte de los depósitos de transicion de la Escandinavia á los alrededores de Cristianía y de las orillas del golfo de la Finlandia,

Uno de los mejores tipos de esta formacion es el terreno esquistoso que limita los terrenos secundarios desde la punta de Cotentin hasta Angers, y que comprende una parte de la Bretaña, de la Normandía y del Anju. Las dos formaciones estan sobrepuestas, y presentan numerosos casos de estratificacion discordante. La formacion superior está compuesta de capas alternativas y muy distintamente estratificadas: 1.° de esquistos arcillosos negros, grises y rojizos; 2.° de calizas muy conquíferas; 3.° de gres cuarzosos que pasan muchas veces al cuarzo compacto, gris y blanco; 4.ª de capas de carbono en el estado de antracita y de hulla. La caliza contiene espodumenos, beloferontes y aun amonitas, fósiles que no se hallan en la formacion inferior. Los esquistos contienen trilobitas.

Los caractéres de esta formacion son pues una abundancia siempre creciente de carbono, acompañada de un gran desenvolvimiento de calizas y de gres cuarzosos, que representan á las grauwackas y sirven de introduccion á las rocas arenáceas del terreno carbonífero. Estos caractéres de composicion, bastarian en cierto modo para establecer una distincion, sino se encontrase todavía mejor guia en las discordancias de estratificacion, y en las diferencias que presentan los restos orgánicos.

En Inglaterra, esta formacion está caracterizada por el desarrollo casi esclusivo de la caliza. El tipo de estas calizas es la gris azulada, que encierra en los alrededores de Dudley tan hermosos trilobitas. La mayor parte de las calizas compactas, muchas veces carbonosas, otras llenas de trilobitas, que se encuentran hácia las orillas meridionales de la Suecia y de la Noruega, y se prolongan hasta en la Finlandia por islas, pertenecen igualmente á la formacion del terreno de transicion superior.

En medio de los terrenos de transicion se encuentran, ademas de las materias indicadas, el alumbre, los jaspes y principalmente filones de diferentes metales, con especialidad de cobre, plomo, de zinc, bismuto, hierro y manganeso; entre los primitivos y de transicion salen tambien la mayor parte de las aguas minerales.

Por lo demas, es raro ver una vegetacion brillante sobre los esquistos de estos terrenos; en efecto, estas rocas, hallándose inmediatamente sobre terrenos primitivos, han participado de sus trastornos, de modo que estos esquistos forman ordinariamente montañas elevadas y muy ásperas, con cimas altas y dentadas, de pendientes muchas veces verticales ofreciendo precipicios horrorosos: porque infiltrándose el agua entre las hojas de los esquistos, los desprende y los arrastra en su movimiento, de lo que resultan escarpas y escavaciones profundas; así en estos terrenos es en los que se ven mas cataratas y cascadas de mas altura. Cuando estos esquistos no estan tan rectos, las montañas tienen formas mas redondas; pero la facilidad con que, por los agentes esternos, se dejan los esquistos desprender, hace que las montañas se cubran de sus porciones, que se oponen al cultivo; y aun cuando tienden á descomponerse, la tierra que forman no es bastante desmenuzada y no se compone mas que fragmentos esquistosos que tienen los mismos inconve-

niente, del suelo granítico descompuesto. Como muchas veces los esquistos son talcosos y por consiguiente penetrados de magnesia, el predominio de esta sustancia puede hacerlos tambien estériles.

Por cualquiera de las causas enumeradas su fertilidad es escasa, y solo al pie de las montañas que forman estos terrenos, igualmente que en los valles ensanchados que les separan, presentan una hermosa vegetacion. Allí las aguas, disolviendo fácilmente los esquistos, forman una tierra propiamente dicha, que cubre las partes bajas del suelo. Si esta tierra no fuese fértil, las margas calizas y los abonos ácidos serian los mas ventajosos; pero si el terreno estuviese embarazado por gruesos pedazos de esquistos, ademas de estos abonos conviene quitarlos y formar con ellos las cercas de los campos, usando para labrarlos de instrumentos apropósito para dividir las porciones que no se han quitado.

Las calizas de transicion son mas productivas que los esquistos, así los paises que ocupan son muy poblados. Con todo como han esperimentado dislocaciones frecuentes, se les ve formar montañas muy altas y muy escarpadas y totalmente incultas en la mayor parte de la superficie. Pero nunca faltan parages que se puedan cultivar con ventaja; ademas, como no absorven la humedad como los esquistos y granitos en descomposicion, por poca tierra vegetal que tengan, estan siempre cubiertas de muzgos y líquenes habitados por un gran número de insectos, cuyos restos arrastrados por las aguas, son para las porciones cultivadas un manantial constante de fecundidad, que falta totalmente á las tierras esquistosas y graníticas.

En fin, las areniscas de estos terrenos son las mas veces fértiles; cuando son duras se hallan en el mismo caso que las calizas, y cuando deleznables se resuelven

en una tierra propiamente dicha, mas ó menos arenosa y que fácilmente se abona, segun que carece de caliza ó de arcilla, que no es raro no se hallen en el pais.

TERRENOS SECUNDARIOS.

Los terrenos designados con este nombre, estan compuestos de una gran variedad de capas que forman series de edades muy diferentes y bien caracterizadas por sus fósiles; cada una de estas series pudiera en consecuencia considerarse como perteneciente á un periodo particular, uno mas antiguo, tres medios, y en fin uno mas reciente que todos los demas, y que por lo comun se encuentra casi siempre encima. La estratificacion de las capas de estos terrenos es frecuentemente poco inclinada y casi horizontal, algunas veces dislocada. En ellos se hallan muchas rocas arenáceas que dominan en los terrenos inferiores, las calizas son muy abundantes, igualmente que los restos orgánicos de seres marinos y terrestres de especies desconocidas en la vida actual. Los terrenos mas inferiores que estan en contacto con los del periodo de transicion, pudieran fácilmente confundirse en ellos cuando la hulla no se presenta, con tanta mas facilidad cuanto que á veces los de este período faltan, y que algunas otras descansan directamente sobre los terrenos primitivos.

Los terrenos secundarios se dividen en cinco series ó grupos, distinguidos de abajo arriba con los nombres de carbonífero, péneo, késprico, jurásico y cretáceo.

Terreno carbonífero.

El terreno carbonífero presenta un interes especial, no solo por lo muy útil que es al hombre, sino tambien

porque siendo esplotado por todas partes, sus caractéres son perfectamente conocidos, de suerte que su descripcion puede servir para reemplazar muchas nociones que nos faltan sobre los demas terrenos.

El terreno carbonífero se compone mas comunmente de alternaciones de esquistos, de gres, de brechas y de conglomerados, asociados á capas mas ó menos numerosas de hulla. A veces un desenvolvimiento calizo y depósitos arenáceos particulares se juntan á estos elementos, de suerte que el terreno puede considerarse como naturalmente dividido por su composicion en dos formaciones distintas: 1.ª la formacion del *antiguo gres rojo* y de la *caliza carbonífera*, nombres que se han dado á las rocas arenaceas ferruginosas y á las calizas muchas veces carbonosas, que se encuentran debajo del sistema carbonífero propiamente dicho; 2.ª la formacion *carbonífera*, que comprende los esquistos y las rocas arenaceas que alternan con la hulla.

Este terreno, aunque no raro, es sin embargo de poca estension porque afecta con frecuencia una disposicion en pequeñas cuencas aisladas y circunscritas. Toda la parte oriental de Europa está desprovista de terreno carbonífero, cuyas localidades estan casi concentradas en las islas Británicas, Francia, Bélgica, Silesia, algunos otros paises de la Alemania septentrional, y en España en las provincias de Cataluña, Estremadura y señaladamente Asturias, Sevilla y Aragon. Quizá existe debajo de los depósitos secundarios y terciarios de otros muchos paises, pero la continuidad y espesor de estos depósitos les oculta á toda esplotacion.

El terreno carbonífero no guarda siempre esta disposicion en cuencas aisladas, aunque el uso le haya conservado el nombre. La larga banda carbonífera que se esplota partiendo desde Eschweiler, Aquisgran, Lieja y

Mons hasta por mas abajo de Valencienas y Duai, no pueden representar mas que un verdadero mar. Las consideraciones de Elie de Beaumont sobre las relaciones de estos terrenos con los de Hardingen, cerca de Boloña, y los de una gran parte de Inglaterra, sobre la naturaleza y distribucion de los fósiles sobre la direccion de los accidentes del suelo, le han hecho pensar que estas diversas masas fueron depositadas en un mismo mar. Es de notar que la presencia del antiguo grés rojo y de caliza la carbonífera concuerda precisamente con este gran desarrollo del terreno.

Formacion del gres rojo.

La formacion del antiguo grés rojo se compone en los diversos terrenos carboníferos de Inglaterra, de dos altos distintos: el 1.° antiguo grés rojo (*ol red sandstone*); 2.° la cáliza carbonífera (*mountain limestone*).

El primero consiste en alternaciones de gres, pudingas y conglomerados; muchas veces son muy heterogéneos y la roca se aproxima á la grauwacka. El cimento es generalmente muy ferruginoso, de donde resulta un color rojo oscuro ó purpúreo muy característico. El espesor de este alto es muy variable; algunas veces apenas es de 50 metros, y puede llegar hasta 500 y aun mas. Los fósiles son raros en estos gres; pues no se han encontrado sino algunas ortoceratitas y algunos nautilos Accidentalmente, sobre todo en el pais de Galles, se observa una union entre el antiguo gres rojo y las grauwackas de transicion; pero ademas de que estas conexiones mineralógicas no son comunes, la línea de separacion está suficientemente indicada por las discordancias de estratificacion observadas en el norte de Inglaterra entre estos dos terrenos.

La caliza carbonífera, igualmente conocida con el nombre de caliza metalífera, á causa de las masas y filones de galena que á veces contiene, es una caliza gris mas ó menos oscura: muchas veces azulada, dura y compacta, otras granuda y laminar, de fractura lisa, plana ó concoidea; su dureza la hace susceptible de un pulimento bastante hermoso.

El espesor medio de este alto calizo es de dos ó trescientos metros; la parte superior encierra, sobre todo hácia el nordeste de Inglaterra, capas de gres y de esquistos, con vetas de hulla, que forman así el tránsito á la formacion carbonífera propiamente dicha, y que á causa de la naturaleza y del uso del gres tosco que en ella se encuentra, ha recibido el nombre inglés de *millstone grit*, ó arenisca para piedras de molino. Las calizas están muchas veces atravesadas por rocas de trapp, y hácia los puntos de contacto, pasan ordinariamente á dolomia. La caliza carbonífera se presenta con caractéres análogos en Irlanda, en donde es la roca dominante en todos los condados, escepto los Antrin, de Wicklow y Kerry; y en Escocia, donde se une bastante íntimamente con el antiguo grés rojo por brechas y conglomerados de cimento calizo.

El antiguo gres rojo y la caliza carbonífera vuelven á presentarse en Bélgica. Allí hay muchas esplotaciones abiertas en las calizas, que son muy conquíferas; los mármoles que de ellas proceden, se conocen con el nombre inexacto de pequeño granito. Los fósiles de esta formacion consisten en ortoceratitas, terebrátulas, beloferontes, encrinitas, astreas, muchos productus y espiríferos, algunos trilobitas, impresiones de peces, ictiodorulitas y aun restos de un gran reptil (en Burdie-House) con inmensa variedad de escrementos ó coprolitas; de las cuales algunas contienen escamas de grandes animales no alteradas por la digestion, y una multitud

de escamas muy variadas, de un gran pulimento y lustre.

Formacion carbonífera.

Uno de los mejores tipos de esta formacion es el terreno carbonífero de Saint Etienne, contenido en una cuenca de gneis y de micaesquisto, entre el Loira y el Ródano. Su forma es la de un triángulo muy prolongado, cuya superficie total es de 221 kilómetros cuadrados.

La gran masa de este terreno carbonífero está formada de porciones de la cavidad que le contiene; porciones mas ó menos divididas y depositadas en capas que alternan con otras de hulla. Allí se puede distinguir: 1.º conglomerados y pudingas compuestas de fragmentos y de esquistos micaceos ó talcosos, cuarzo, &c., 2.º gres de granos mas ó menos gordos, ordinariamente micáceos; 3.º arcillas esquistosas, ya micáceas, ya de apariencia enteramente homogénea. Estos esquistos se diferencian de los esquistos arcillosos de transicion, por el modo con que se esfolían al aire. Estos depósitos están generalmente en el órden precitado, de suerte que considerando la totalidad del terreno, el grosor de las partes constituyentes va siempre disminuyendo mas y mas.

El número de capas de hulla reconocidas en el espesor de la formacion carbonífera, espesor que puede ser de cincuenta á muchos centenares de metros, varía de tres á veintiuna; pero en algunas partes hay capas de hulla de dos y tres metros de espesor que se aumenta hasta diez. Estas capas gruesas están con frecuencia subdivididas en muchas por un esquisto carbonoso, fino y compacto. Las capas de hulla están igualmente sujetas á

angostamientos y adelgazamientos, que reducen su espesor á algunos decímetros, y aunque las interrumpen enteramente. En la cuenca de Saint Etienne el terreno es con frecuencia horizontal, y sus mayores inclinaciones no pasan de quince á diez y ocho grados: pero demuestran á lo menos, que este terreno ha sido dislocado posteriormente á su formacion.

La cuenca de Saint Etienne suministra casi todas las variedades de la hulla; á saber: 1.° la mariscala ó de forja, de hermoso color negro, muy brillante, frágil, de estructura laminosa, esquistosa ó granuda: 2.° la hulla comun, mas dura, homogénea, de fractura brillante, menos frágil que la variedad precedente: y 3.° una hulla pobre, esquistosa, térrea, seca é impura.

Los esquistos que acompañan á la hulla contienen muchas veces riñones ovoideos de hierro carbonatado litoideo, pero no en bastante cantidad para dar lugar á esplotaciones considerables, como en Inglaterra. Este hierro carbonatado constituye tambien en muchos puntos bancos de uno y dos metros de espesor; pero en este caso es piritoso y poco á propósito para la fabricacion del hierro.

Los fósiles que encierra la formacion carbonífera consisten en innumerables vegetales de la familia de los helechos arborescentes, marsiliáceas, equisetáceas, licopodiáceas, cicadéas y coníferas: generalmente las hojas de estos helechos se encuentran en los esquistos, al paso que los troncos estan de preferencia en las capas de gres. En la mina de Treuil, cerca de Saint Etienne, se ha encontrado un gran número de estos árboles verticales y horizontales, que representan los restos de un verdadero bosque. Parece pues que los depósitos carbonosos han sido formados como las turbas en las islas bajas, de donde tal vez fueron arrastrados al mar, ó este les sumergió despues cubriéndoles de tierra y fango llevados por las

corrientes marinas ó fluviales.

La formacion carbonífera de Inglaterra, Bélgica y de la Francia septentrional presenta siempre la misma composicion en arcillas esquistosas, gres y pudingas, alternando con capas de hulla. Pero el desenvolvimiento del terreno, el gran número de capas que llega hasta ciento once en los alrededores de Mons, los trastornos que ha esperimentado y que estan atestiguados por las inflexiones en zetas de todas las capas y por las faltas y fracturas, que en la estension de muchas leguas han alterado con frecuencia el nivel de las dos partes á veces ciento y doscientos metros, imprimen á la formacion un aspecto particular. Los caractéres orgánicos varían tambien, porque ademas de los vegetales se han encontrado algunas madréporas, un gran número de conchas, tales como unios, terebrátulas, modiolas, amonitas, y generalmente todas las de la caliza carbonífera. Aqui empiezan á aparecer los insectos.

Las variedades de hullas son las mismas que las enumeradas anteriormente. Pero ademas se encuentra en el Lancashire y algunos otros puntos de Inglaterra la variedad *cannel-coal*, hulla compacta, de fractura concoidea que tiene la preciosa ventaja de dar por la destilacion una gran cantidad de gas. La cuenca mas rica de Inglaterra es la de Newcastle, que contiene cuarenta capas de hulla desde uno ó dos decímetros, hasta de dos metros de espesor.

Mas no es solo la grande proporcion de hulla la que constituye la riqueza del terreno carbonífero de Inglaterra, sino los riñones de hierro carbonatado que dan lugar á grandes esplotaciones. En el terreno carbonífero al sur del pais de Galles, se cuentan hasta diez y seis capas de arcilla con hierro carbonatado, cuya riqueza media es de un treinta y tres por ciento. Entre estas capas se distingue tambien una arcilla muy refractaria (*fire-clay*

que se emplea en la construccion de los altos hornos.

El terreno carbonífero está muy desenvuelto en el terreno de Lieja y los alrededores de Mons, donde el número de capas de carbon reconocidas llega á ciento catorce. Las roturas é inflexiones que presentan estas capas, atestiguan violentas dislocaciones, y aun sucede en muchos casos que el sistema ha sido enteramente trastornado, de suerte que las capas inferiores son las que aparecen las primeras. Y aun hay puntos en que un mismo pozo vertical puede atravesar tres y cuatro veces la misma capa. En el punto donde han sido bruscamente dobladas, las capas de carbon estan las mas veces rotas, sus hojas mezcladas con las del techo y lecho y sus fragmentos han penetrado en el esquisto; otras veces este doblez se ha hecho tan regularmente, que los fragmentos estraidos han conservado una corvadura sensible. Las diversas variedades de hulla, en Bélgica, concuerdan bajo el aspecto de los caractéres minerálógicos, con las que han sido anteriormente indicadas.

La direccion E. O. de las capas de la formacion carbonífera de Mons, y la manera con que se introducian mas y mas debajo de las capas del terreno cretáceo, hicieron sospechar que se encontraria su prolongacion en Francia. En efecto, en 1750, el terreno carbonífero fue descubierto en Anzin cerca de Valencienas, y en Aniche no lejos de Duai. El terreno carbonífero es bastante notable por su configuracion, que es la de una Z al revés; las capas de mayor espesor apenas tienen un metro, y se las ha seguido hasta la profundidad de quinientos metros.

Pocos terrenos hay cuyos caractéres sean tan constantes como los del terreno carbonífero. Siempre se encuentra la misma identidad en las cuencas de Sarrebruck, Silesia, Sajonia, &c., y probablemente en España. En la cuenca carbonífera de la América Septentrional que se encuen-

tra al O. S. O. de Richmond, en Virginia, en aquellas que se han observado en la Nueva Holanda y la Tierra de Van Diemen, son siempre las mismas rocas, con las mismas disposiciones y aun los mismos restos orgánicos.

Terreno péneo.

Tres formaciones constituyen el terreno péneo: 1.ª la del *nuevo gres rojo* (*new red sandstone*), inmenso depósito arenáceo, que los Alemanes designan con el nombre de *rothe todtligende*: 2.º la formacion de la *caliza penea* (*zechstein*) compuesta de calizas casi todas magnesíferas, y de margas esquistosas, bimituminosas y muchas veces metalíferas: este es el *magnesian limestone* de los ingleses. 3.º la formacion del *gres de los Vosgos*, depósito arenáceo geognósticamente muy distinto de los que representan el gres rojo, cuya estension es hasta aqui muy circunscrita.

El terreno péneo esta muy sugeto á faltar, y no está en ningun pais representado completamente, de tal suerte que, no existiendo el zechstein en los parages en que se ha desenvuelto el gres de los Vosgos, no se puede todavía determinar si estas dos formaciones son geognósticamente equivalentes. Pudiera muy bien suceder que algunos gres hubieran sido depositados en los Vosgos y la Selva Negra, mientras que las calizas se depositaban en la Turingia, y que no hubiese de este modo en realidad mas que dos formaciones.

Los fósiles son poco numerosos en este terreno, y casi todos estan concentrados en la caliza pénea. Estan poco menos que desprovistos de vegetales terrestres, pues se reducen á algunos fucos, licopodiáceas y cipreses; de los fósiles animales, los mas caracterís-

ticos son los reptiles conocidos con el nombre de monitores de Turingia, y los peces llamados paleotrisos, paleoniscos y quetodontes, muy frecuentes en el pais de Mannsfeld, y que se han encontrado en muchos puntos de Inglaterra y en los esquistos bituminosos de Autum; pero tambien se encuentran algunos zoófitos, varios de los moluscos de las especies ya indicadas, é impresiones de frutos y de insectos.

Formacion del nuevo gres rojo.

Esta formacion puede considerarse como una sola é inmensa capa arenácea, de un espesor medio de ciento á doscientos metros, y compuesta de alternaciones de conglomerados, brechas, pudingas y areniscas ó gres; en las hiladas inferiores dominan siempre las capas de gruesos fragmentos. La naturaleza de ellos es generalmente fácil de conocer, y aun muchas veces se pueden indicar las localidades de donde provienen. Primeramente son rocas duras tales como granitos, pórfidos, cuarzos, esquistos, despues la caliza carbonífera, cuya presencia distingue suficientemente esta formacion de los depósitos análogos de la parte inferior del terreno carbonífero. El gres rojo, propiamente dicho, se compone de pequeños fragmentos angulosos ó redondeados de cuarzo y de feldspato, reunidos por una pasta arcillo-ferruginosa. La estratificacion, que no está mas que indicada en esta formacion por los cambios de dimensiones en los fragmentos constituyentes es muchas veces oscura: no se han encontrado sino muy pocos vestigios de restos orgánicos, que son vegetales destrozados é indeterminables.

El nuevo gres rojo constituye en Inglaterra una larga banda dirigida del N. E. al S. O. Los hechos generales que resultan de su exámen, establecen que los fragmentos son tanto mas angulosos y mas gruesos cuanto menos

distantes son los puntos de donde provienen y que cuanto mas finos son, menos señales de perturbacion presentan los terrenos carboníferos que puedan referirse á esta época. Ademas, si se considera el conjunto de las capas, se reconoce que las inferiores presentan fragmentos generalmente mas voluminosos que las de las partes superiores.

Las calizas carboníferas han suministrado muchas veces una gran porcion de los materiales constituyentes de estas capas. Este hecho es muy notable en los alrededores de Bristol; en el Sommersetshire no solamente los fragmentos son algunas veces calizos, sino que el cimento tambien lo es. Siendo estas calizas brechiformes en general dolomíticas, han recibido el nombre de *conglomerados magnesianos.*

En el Hartz, en Turingia, Sajonia, Silesia &c. esta formacion está representada ya por conglomerados de gruesos trozos, ya por gres mas ó menos finos, ya por depósitos terrosos que pasan á la marga y á la arcilla esquistosa. Los fragmentos constituyentes, cuando son distintos, son especialmente esquistos en un terreno esquistoso; pórfidos y granitos en un terreno donde dominan estas rocas.

En Francia, el gres rojo se presenta al rededor del macizo de terreno antiguo que hemos indicado como constituyendo la parte central y dominante de los Vosgos. Generalmente forma la parte inferior de los valles coronados por el gres de los Vosgos, pues no existiendo la formacion de la caliza penea, es un gres ordinariamente grosero, de testura floja, diversamente colorado, sobre todo de rojo amaranto, pero con manchas amarillentas ó de un color gris azulado.

Formacion de la caliza penea ó zechstein.

En las comarcas centrales de Alemania y de una parte de la Inglaterra es donde principalmente se ha reconocido y caracterizado la formacion de la caliza penea. En Francia, está solo representada por algunas capas calizas de Calvados y de las calizas y esquistos bituminosos que se encuentran en los alrededores de Autum, y en algunos *departamentos* meridionales.

En la Turingia, el pais de Mansfeld, una parte del Hartz, del Hesse y de la Franconia, el zechstein se compone de una serie de capas calizas y margosas cuyo espesor medio es de ciento á ciento cincuenta metros. Este conjunto ha sido dividido en dos pisos, subdivisibles en varias hiladas distintas.

El piso inferior de la formacion del zechstein en su mayor desenvolvimiento, comprende dos hiladas. La primera se compone de esquistos arenosos ó margosos, en parte bituminosos; la parte mas alta está compuesta de una caliza muchas veces fétida, que es el zechstein propiamente dicho. Los esquistos ó margas inferiores presentan ordinariamente una capa de esquisto margo-bítuminoso, cuyo espesor medio es de $0,^{m}$ 33 y que es muy notable por los minerales metalíferos (cobre gris argentífero, galena, cobalto arsenical) que contiene en pajillas diseminadas, y por su continuidad. Este esquisto conocido con el nombre de *cobrizo* ó *kupfer schiefer*, contiene ademas los peces que hemos ya citado, y otras impresiones de géneros perdidos y del reptil indicado. La caliza penea que cubre esta hilada es compacta, ahumada, de color gris de ceniza, de fractura concoidea; algunas veces se encuentran en ella partículas metalíferas, pero sobre todo espato calizo blanco, yeso, algunos

granos de cuarzo, y núcleos aplastados de arcilla, su espesor llega hasta treinta métros y mas.

El piso superior comprende dos hiladas calizas. Primeramente la caliza llamada *rauwacka*, la cual es magnesífera, gris ó negruzca, y cuyo carácter esencial es ser celulosa y aun cavernosa; en segundo lugar, la caliza *stinkstein*, de color oscuro, bituminosa, esencialmente fétida por percusion ó frotamiento, que contiene con bastante frecuencia bancos de caliza deleznable y pulverulenta, conocida con el nombre *asche* ó de cenizas. Esta formacion ha recibido en Inglaterra el nombre de *caliza magnesiana*; lo que indica suficientemente el carácter especial de las calizas constituyentes. Muchos de los rasgos característicos del zechstein se han conservado en ella, otros han desaparecido, así no se encuentran las sustancias metalíferas; del kupferschieffer; pero las impresiones del paleotriso existen en un esquisto bituminoso de las capas inferiores. El yeso y la sal de la hilada superior se reproducen igualmente. Hasta aquí las calizas no eran magnesíferas sino cuando pasaban accidentalmente á la dolomia; aquí el hecho es general aun cuando la roca no presenta los caractéres dolomíticos.

Formacion del gres de los Vosgos.

Esta formacion cuya existencia ha sido reconocida por Elías Beaumont, corona las montañas de gres rojo que forman como una cerca al rededor de los Vosgos. Es un gres compuesto de granos de cuarzo amorfos, sin color y traslucientes, muchas veces estos granos tienen una apariencia cristalina y caras espejeantes; su superficie está ordinariamente cubierta de un ligero barniz de óxido de hierro, rojo ó hidratado; el cimento es ferruginoso. Los colores mas comunes de la roca son el rojo,

el morado y el amarillo de cera; la estructura es fragmentaria ó groseramente seudo-regular, de modo que pasa á pudinga. Pero uno de los caractéres especiales de este gres, es la presencia de cantos rodados de cuarzo diversamente colorados; estos cantos le hacen siempre distinguir del gres rojo, cuando la estratificacion no indidica la separacion de las dos formaciones.

En efecto, muchas veces hay tránsito entre el gres rojo, y el gres de los Vosgos; pero ademas de que ejemplos de estratificacion discordante han necesitado la distincion geognóstica, la línea de separacion está algunas veces indicada por lechos de conglomerados ó de fragmentos dolomíticos. En el gres de los Vosgos no se ha encontrado ningun vestigio de restos orgánicos, ni aun de vegetales. Beaumont, hace concordar este hecho con la naturaleza enteramente particular del gres, y de aquí infiere que quizá los elementos constituyentes se han aumentado mucho mas rápidamente que hubieran podido hacerlo si debiesen su órigen á una accion puramente erosiva, como si hubieran sido en parte formados por precipitacion química y cristalizacion confusa, en aguas enturbiadas por corrientes cargadas de porciones de rocas. Esta hipótesis esplica perfectamente las diferencias que hay entre el gres de los Vosgos y el gres rojo, que es únicamente una roca de acarreo.

El gres vosgiano contiene minerales de hierro, de manganeso, plomo sulfurado y aun mercurio.

Terreno keuprico.

Este terreno se compone de tres formaciones mineralógicamente distintas; la primera cuarzosa, arenácea,

es la llamada del *gres abigarrado*; la segunda caliza, es el *muschelkalk* ó *caliza conquífera*; la tercera margosa, es la de las *margas irisadas* ó *keuper* que han dado su nombre á la totalidad del terreno.

La Alemania septentrional y la parte inferior de los Vosgos, al rededor de los cuales forma casi una cerca continua, son los principales puntos de desenvolvimiento de este terreno en Europa. El terreno keúprico parece confundirse algunas veces con el peneo, cuando el zechstein no se halla representado, porque descansando el gres abigarrado directamente sobre el rojo, parece no ser mas que una variacion que constituiria las capas superiores; pero comparando las dislocaciones de estos terrenos se ve que no tienen ni la misma direccion, ni la misma edad, como por ejemplo, en Sarrebruck, en donde el gres abigarrado descansa en estratificacion discordante sobre el gres de los Vosgos, del que por otra parte está separado por lechos de conglomerados dolomíticos.

Este período está zoológicamente caracterizado por el encrinita, (*liliformis*, Lám. V. fig. 1) y el amonita (*nodo sus*, fig. 10) y por otro lado por los caractéres negativos que resultan de la desaparicion de los productus, al paso que los belemnitas (fig. 11), las grifeas y otros amonitas (fig. 12), no habian todavía parecido. Solo en la caliza conquífera empiezan á verse los reptiles gigantescos.

El terreno kéuprico es notable por los númerosos depósitos de yeso y de sal gema que en él se encuentran. Las margas irisadas de algunos parages contienen masas considerables de estas dos sustancias.

El espesor total del terreno es poco considerable, y puede por término medio valuarse en unos trescientos metros. La formacion de las margas irisadas es casi siempre la mas desenvuelta. La caliza conquífera es casi siempre la formacion mas sujeta á faltar, y este es el caso que

se presenta en Inglaterra, en que las capas de gres abigarrado, siendo margosas, se unen con las margas irisadas, de modo que no forman en la apariencia mas que una sola formacion designada, con el nombre de *new sandstone and red marle.*

Formacion del gres abigarrado.

El gres abigarrado (*bunter sandstein*) es una arenisca cuarzosa de granos finos, sólida, las mas veces roja, azulada ó verdosa, algunas veces blanca, que encierra pajillas de mica. Su estructura es con frecuencia maciza en las partes inferiores, que dan muy buenas piedras de silleria; la parte media está en capas que se esplotan para piedras de afilar; en fin la parte superior está ordinariamente compuesta de capas delgadas y separables que dan una especie de baldosas empleadas para cubrir las casas. Estas partes superiores son muchas veces margosas y forman el paso á la dolomia y á la caliza conquífera. Los fósiles vegetales son bastante frecuentes en las capas separables en hojas, donde se han encontrado indicios de lignitas.

El gres abigarrado forma al rededor de los Vosgos colinas redondeadas, dominadas por el gres de los Vosgos, pero en algunos otros casos cubre á este que entonces no llega á grandes alturas. Las hiladas ínferiores son macizas y encierran núcleos esplotados de una arcilla azulada; las capas medias son de granos finos, y las superiores separables en hojas micáceas. Los restos orgánicos vegetales consisten en equisetáceas poco numerosas, calamitas y algunas coníferas; y entre los animales las conchas univalvas plagiostomas, melanias, trígonas, &c.; tambien se citan huellas de paso de tortuga que distinguen esta formacion enteramente arenácea de la del gres de los Vosgos. Entre Forback y Larreguemines el gres abigarrado des-

cansa en estratificacion discordante sobre el gres de los Vosgos. La dolomia se presenta en las partes superiores de la formacion, notablemente en los valles de Jaegerthal, y de Niederbronn, donde esta dolomia es esquistoidea, de color gris azulado, y tiene la fractura romboédrica.

El gres abigarrado se encuentra en la Francia central en diferentes localidades, y en todas se ha observado la identidad de sus caractéres con los anteriormente enunciados. Muchas veces el grés pasa á capas margosas rojizas manchadas, que estan algunas veces asociadas con bancos de caliza magnesífera y contienen yeso. Las minas de cobre carbonatado, oxidulado y sulfurado de Chessy, en los Pirineos, están en el gres abigarrado y presentan algunas veces tambien algunas vetillas de cobre carbonatado y oxidulado. En otras partes se encuentra zinc sulfurado, estronciana y barita sulfatadas.

Los gres abigarrados de la Selva Negra estan en la misma disposicion que alrededor de los Vosgos. En Suabia, está íntimamente unido al gres rojo, á causa de la falta del Zechstein. En Inglaterra, los gres rojos muchas veces con yeso pasando al conglomerado y á la pudinga, se miran como pertenecientes á esta misma formacion.

Formacion del muschelkalk.

Con el nombre de muschelkalk, se designa generalmente, una caliza compacta, agrisada muy conquífera y magnesífera. En la formacion alterna con dolomias, con margas esquistosas, agrisadas ó rojizas. Contiene muy pocos restos de especies vegetales, y entre, los animales se hallan una astrea, encrinitas, amonitas, mitilos, avículas, plagiostomas, terebrátulas, grifeas, y las arriba indicadas, al hablar del terreno keúprico en general; algunos crustáceos, peces y reptiles

principalmente el ictiosauro (fig. 13.) reptil gigantesco con cabeza de lagarto, vértebras de pez y miembros de cetáceo; el plesiosauro (fig 14.) al que un cuerpo bastante grueso con aletas, un cuello largo formado como el cuerpo de una serpiente, terminado por una cabeza como de lagarto, debian darle á lo lejos una semejanza con los cisnes (Véase tomo II, *Reptiles*).

Tal es el muschelkalk de las regiones vosgianas. Algunas veces no es conquífero; entonces su fractura es plana un poco cristalina y astillosa. Elevándose siguiendo la escala geológica, las capas margosas dominan poco á poco. En las esplanadas de Eiderdronn se ven variedades celulosas y con tabiques que resultan de infiltraciones espáticas en margas agrietadas. Este carácter anuncia casi siempre la parte superior de la formacion.

El conjunto de estos caractéres se reproduce en otros muchos parages de Alemania. En el Wurtemberg, la presencia de sal y de yeso, dan á está formacion un interés especial; es una caliza de capas ondeadas, de color gris oscuro, que se hace amarillento por el contacto del aire, y que contiene vetas y bancos de yeso. La hilada salífera se compone de alternaciones calizas y margosas, que encierran bancos de yeso y de sal gema en masas. Las calizas son muchas veces bituminosas y fétidas, y contienen otras pedernal. La existencia de la sal, va siempre acompañada de accidentes de estratificacion, tales como engrosamientos, corvaduras de capas; ordinariamente está mezclada con yeso y arcilla.

Formacion de las margas irisadas.

La roca dominante de esta formacion es una marga abigarrada, de color rojo de hez de vino y de gris verdoso ó azulado, de estructura fragmentaria y de ningun

modo esquistosa. Esta roca pasa á margas verdes, á arcillas negruzcas y esquistosas, ó calizas magnesíferas y aun á dolomias celulosas y compactas.

Las margas irisadas encierran, en Francia, las minas de sal esplotadas sobre todo en la Lorena: la sal está mezclada con arcillas grises y rojas, algunas veces con yeso blanco estriado ó térreo y de color diverso que forma bancos, vetas ó masas aisladas. A veces contienen cobre carbonatado, cromo y manganeso oxidados.

En esta formacion se han hallado capas de arcilla esquistosa negra, con lignitas esplotadas en muchos puntos; algunas cicadeas y otros fosiles; conchas análogas á las del Muschelkalk se encuentran en las calizas subordinadas. Ademas dientes de escualos, de ictiosauros y mastodonsauros.

Las margas irisadas conservan al rededor de los Vosgos y de la Selva Negra una gran constancia en sus caractéres y son visibles en el Lujemburgo hasta los límites del Jura, siguiendo una línea de mas de setenta y cinco leguas. En la Suabia, son margas abigarradas idénticas que pasan á gres micáceos, primero abigarrados tambien, despues blancos y conducen así á la formacion del lias. En los alrededores de Bal en el Porentrui igualmente son rocas análogas.

Terreno jurásico.

Este terreno, uno de los de mas espesor y el mas complicado de la escala geognóstica, cubre superficies considerables en diversos países como en Francia, Inglaterra, regiones alpinas, y la Alemania. Sus caractéres son variables, y se puede decir por otro lado, que despues del terreno késuprico cesa casi enteramente, esta

identidad de caractéres de las formaciones, en los puntos mas distantes que ocupan.

El terreno jurásico empieza generalmente por una hilada arenacea, compuesta de gres blanco de granos finos, que los Alemanes llaman *quadersandstein*. Estos gres parecen anunciar una perturbacion violenta, pero lejana, de la masa de los depósitos europeos. Despues de esta hilada no se encuentra mas que capas arenosas que pueden indicar perturbaciones análogas en el régimen de las aguas; pero importa mucho observar que estas capas corresponden á una línea de separacion geognósticamente muy marcada. Así, mientras que las primeras calizas del terreno jurásico son constantemente muy compactas, las que estan encima de las arenas son con mucha frecuencia oolíticas. Las primeras, caracterizadas por una inmensa cantidad de grifeas arqueadas, de donde han tomado el nombre de calizas de *grifitas* ó *grifíticas*, están acompañadas de margas esquistosas negruzcas, muy distintas de las verdaderas margas y de las arcillas untuosas que acompañan á las calizas oolíticas. En fin, se han observado discordancias de estratificacion, notablemente á los alrededores de Lons-le Saulnier que han determinado á separar este terreno en dos formaciones: la primera es la del *lias* (nombre que dan los ingleses á las calizas compactas de grifitas); la segunda es la formacion *oolítica*, asi designada á causa de la estructura tan frecuente de sus calizas características.

El desenvolvimiento orgánico del terreno jurásico marca un grande paso en la escala de la perfectibilidad animal. Ademas del número prodigioso de conchas y de políperos que caracterizan sobre todo á ciertas hiladas, se ven en efecto animales vertebrados en gran número, entre los que se distinguen enormes reptiles del género sauro.

Formacion del lias.

La formacion del lias puede dividirse en dos ó tres pisos: 1.º los gres inferiores del lias ó quadersandstein; 2.º la caliza lias; 3.º las margas superiores del lias.

Los gres inferiores son cuarzosos, micáceos, ordinariamente blancos ó amarillentos, y contienen algunas veces riñones arcillosos ó pedernales rodados; este gres sólido, sirve de piedra de construccion, muchas veces constituye masas prominentes como alrededor de los terrenos preexistentes de los Vosgos. En las cercanías del Lujemburgo, donde su desenvolvimiento es muy considerable, forma rocas muy escarpadas. La parte inferior del lias está representada en ciertas localidades por calizas margosas y arenosas y por gres feldspáticos ó arkosias, á veces esplotados por el óxido de cromo que encierran en algunos casos. Este hecho se presenta sobre todo cuando el lias descansa inmediatamente sobre el granito.

Las calizas grifíticas son generalmente margosas, toscas, blancas, azuladas ó agrisadas; muchas veces llenas de conchas, entre las que domina la grifea arqueada; alternan con capas margosas, y estan algunas veces notablemente en Inglaterra, sobre margas negras y esquistosas, que recuerdan las del terreno carbonífero. En los alrededores de Alais y Aubenas la caliza lias es compacta, gris, negruzca, fétida y penetrada de entrocos.

El piso margoso del lias es con frecuencia el de mas espesor, sobre todo en los parages en que los gres inferiores no estan muy desenvueltos; sin embargo hay sus escepciones; por ejemplo, en el departamento de Calvados en Francia, las margas superiores faltan completamente. Estas margas son pardas, grises, azuladas muchas veces esquistoideas y en-

vuelven nódulos calizos. En muchos puntos son margas esquistosas, bituminosas y fétidas; en algunos otros contienen capas de un combustible análogo á la hulla que se esplota en ciertos paises. Las margas alternan algunas veces con calizas.

Estos caractéres de la formacion del lias se encuentran en la Francia central, la Lorena, el Jura, el Hanover, la Baviera setentrional, la Vestfalia y el Vurtemberg. En muchos puntos de la Francia meridional y de los Pirineos; el lias contiene dolomias, yeso y sustancias metalíferas muy variadas.

Los restos orgánicos que se encuentran en el lias, se reducen á cicadeas, hélechos y otras plantas no descritas, y ademas de la abundancia de grifeas encorvadas y arqueadas, se presentan entre los fósiles animales, diversas variedades de zoófitos y radiarios; muchas variedades de belemnitas, amonitas, terebrátulas trigonias, plagiostomas, arcas, avículas, &c.; algunas mias, modiolas, patelas, peines, pinnas, peonzas, trompos y unios, &c.; entre los peces unos semejantes á los salmones, truchas y otros no bien determinados; finalmente, entre los reptiles, cocodrilos, geosauros, ictiosauros, plesiosauros, mastodonsauros y pterodáctilos: estos últimos eran (Véase tomo II. *Reptiles*) semejantes á un lagarto sin cola, y provistos de alas parecidas á las de los murciélagos, á los que sin duda reemplazaban como el plesiosauro é ictiosauro á los cetáceos; tambien se hallan tortugas, escrementos de peces ó ictiocopros, y de reptiles ó coprolitas.

Formacion oolítica.

En Inglaterra es donde esta formacion se muestra mas variada, y aun que los términos numerosos de que está compuesta no se encuentran sino rara vez de una

manera un poco seguida, se ha procurado siempre referir á este tipo las diversas capas de la formacion oolítica en los otros parages. Las divisiones mas naturales y que se hallan mas generalmente, son las que dividen la formacion en tres altos ó pisos: *oolítico inferior ú olita*, el *oolítico medio* y el *superior*.

El oolítico inferior empieza por arenas amarillas, finas y micaceas, silíceas y algunas veces impregnadas de caliza margosa. Estas arenas tienen hasta cuarenta metros de espesor, y estan muchas veces coronadas de calizas pardas, duras y tenaces que contienen hierro hidroxidado.

A las arenas sigue una capa arcillosa, llamada tierra de bataneros (*fullers earth*), á causa de una capa intercalada que se esplota muchas veces para este uso: es una serie de alternaciones de arcillas y de margas azules, amarillas y blancas, que contienen algunas veces calizas nodulosas.

La grande oolita es una hilada caliza, compuesta de capas alternativas de oolitas y de calizas toscas conquíferas. Esta hilada suministra hermosas piedras de sillería y encierra terebrátulas, avículas, trigonias, &c., viene en seguida la arcilla de Bradfort, marga azulada, que muchas veces abunda en encrinitas; despues la piedra de Caen ó mármol de Forest, hilada compuesta de capas delgadas de arenas margosas y de cáliza muy conquífera, esplotada como mármol lumaquela. Este piso está coronado por una caliza tosca llamada *cornbrash*, que se halla ordinariamente en capas multiplicadas y esquistoideas.

El piso oolítico medio se divide en dos hiladas:

La *arcilla de Oxford*, capa gruesa de una arcilla azul tenaz, cuyo desenvolvimiento llega hasta ciento ochenta, métros. En ella se encuentran bancos intercalados de caliza margosa y de esquistos bituminosos. Esta hilada

arcillosa está caracterizada por la grifea dilatada y cubierta por una hilada caliza, la *coralrag*, caliza muchas veces terrosa, que abunda en corales, y que está á su vez frecuentemente debajo de otras calizas amarillas, y oolíticas.

El piso oolítico superior se compone asimismo de una hilada arcillosa y de otra caliza. La primera es la arcilla de Kimmeridge, ó alternaciones de arcillas y calizas cuya roca dominante es una arcilla azul ó amarillenta, muchas veces esquistosa, y que pasa así á los esquistos bituminosos: esta roca está caracterizada por la ostra deltoidea. La hilada caliza es la *oolita* de *Portland*, serie de alternaciones de calizas granudas, oolíticas, toscas ó compactas, que contienen á veces riñones de pedernal, y encierran la amonita triple y el peine laminoso.

Los tres pisos oolíticos se ven en muchos puntos de Francia con los caractéres que acabamos de describir; pero las subdivisiones en hiladas no se encuentran sin embargo en algunos de estos puntos. El terreno jurásico se presenta muy trastornado en varios parages de la misma nacion. En todo el vasto pais que se estiende desde la costa de oro hasta Suiza, el terreno se diferencia tanto mas del tipo ordinario cuanto mas se aleja. La formacion oolítica empieza por calizas grises, compactas, sublaminosas, algunas veces ferruginosas, dominadas por calizas margosas, acompañadas de minerales de hierro oolítico que es uno de los rasgos mas característicos y mas interesantes de esta formacion, despues por calizas con nerineas y margas con nódulos de caliza silícea. El piso superior se halla representado por margas de grifeas vírgulas, y calizas blancas compactas.

La formacion oolítica ofrece en ciertos paises caractéres enteramente diferentes de los precedentes. En la Franconia, por ejemplo, unas capas arenosas que se refie-

ren al piso oolítico inferior, sostienen una caliza compacta, asemejada al *coralrag*, que está debajo de una gruesa capa de dolomia. La formacion se termina por estas calizas compactas en gruesas hojas, características de este terreno: estas capas son las que dan las piedras litográficas en toda Europa. Las masas dolomíticas que son probablemente alteraciones posteriores del terreno, constituyen masas escarpadas, que sus formas asperas y su aspecto rajado hace reconocer de muy lejos y que presentan un gran número de grutas.

En los Alpes, el terreno jurásico afecta todavía formas mas divergentes del tipo. El macizo que forma la sierra del Monte Blanco, atraviesa un sistema de capas arcillosas silíceas y calizas, cuyo orígen no primitivo está demostrado por numerosos restos orgánicos. Este sistema forma así alrededor de los terrenos antiguos una especie de ojal de bordes aproximados. La masa del depósito jurásico, en los Alpes se ha calculado que no bajará de dos mil metros de espesor, y se ha inferido del conjunto de caractéres que estos parecen presentar el estado pelasgico de los depósitos, de los que las colinas de los alrededores de Bath y de Oxford no serian mas que el litoral.

Generalmente la alteracion del terreno jurásico de los Alpes está en razon del éspesor y de la multiplicidad de las rocas ígneas intercaladas. En este terreno se encuentra un gran número de criaderos metalíferos. En el valle de Aoste, las rocas serpentinosas le han dado un aspecto particular; por lo comun van acompañadas de masas de yeso y de hierro oxidulado.

Los fósiles de la formacion oolítica son los que hemos mencionado como característicos de sus diferentes pisos. Los vegetales son mas numerosos que los del lias; pues encierra fucoideas, equisetáceas, helechos, cicadeas, coníferas, liliáceas y otras no clasificadas. En

cuanto á los animales, muchas mas variedades de zoófitos, radiarios y anelides, ademas muchas conchas de amonitas diferentes, de belemnitas, arcas, aurículas, dentalios, díceras, donaces, mias, grifeas; dilatada y vírgula, ostras, &c.; entre los crustáceos algunos de los géneros paguro, palemon, palinuro y cangrejo; algunos insectos, varios peces de los generos clúpea, dapedio y esox, con otras especies todavía no clasificadas, ictiodorulitas é ictiocopros. Entre los reptiles ademas de los del lias como ictiosauros, megalosauros, &c., muchos gaviales, varias especies de lagartos, pleurosauros, raqueosauros, teleosauros y el megalosauro grande saurianoque debia tener cuarenta pies. Tambien pterodáctilos y tortugas. En fin, en este terreno se empiezan á encontrar restos de mamíferos de los didelfos, de la especie zarigueya.

Terreno cretáceo.

El terreno cretáceo es á la vez de mucho espesor y sencillo en su composicion, y aunque sus caractéres varian en los diversos puntos del globo, las rocas calizas, arcillosas y silíceas que le componen, se distinguen ordinariamente por caractéres particulares. Estos caractéres resultan de la naturaleza misma de las calizas que se parecen mas ó menos á la creta, de la frecuencia de los granos de clorita diseminados, ya en arenas, ya en calizas; y de silex córneos ó piromacos, que abundan bajo la forma de riñones ó de bancos subordinados.

Semejantes caractéres estan lejos de ser constantes; pero tienen á pesar de su desaparicion frecuente, una importancia tanto mayor cuanto que dominan en los paises donde el terreno ha sido mejor estudiado, y en aquellos

donde los depósitos se diferencian de los tipos de la Francia, Inglaterra y Alemania se ven con frecuencia algunos aparecer de nuevo. El terreno cretáceo abunda en restos orgánicos, entre los cuales hay algunos que todavía no se habian presentado, tal es el *iguanodon*, el mas grande de los reptiles de este género que han existido, y que con arreglo á los huesos que se han encontrado debia tener lo menos 55 pies, y mas aun que no vuelven á parecer despues de esta época, (*belemnitas*, *grifeas*, *amonitas* &c).

Los caractéres mineralógicos y geognósticos conducen á subdividir el terreno cretáceo en dos formaciones distintas: la formacion del *gres verde* y la *cretacea*. La primera está representada por rocas en parte arenáceas y calizas toscas, que contienen granos verdes de silicato y de fosfato de hierro; la segunda presenta la caliza de grano fino, conocida con el nombre de creta.

El terreno cretáceo es uno de los terrenos de sedimento mas estendidos no solo en razon de su grande espesor, sino tambien porque es el último de estos depósitos tan inmensos, y que en muchos puntos no ha podido ser cubierto por los depósitos posteriores. Así, á pesar de las denudaciones que le han dividido, de la *sobre posicion* de los terrenos terciarios y de aluvion, constituye una parte de la Inglaterra, del norte y mediodia de la Francia, de la España Septentrional, de las islas Baleares, de la Sicilia, de la Alemania, de la Podolia, de los montes Carpatos, de la Polonia, Crimea, Grecia, Siria, en fin, de la Dinamarca, Suecia é Islandia.

Formacion del gres verde.

Esta formacion se presenta en Inglaterra, donde se ve una ancha banda de terreno cretáceo salir debajo de los terrenos terciarios, y apoyarse sobre los depósitos jurá-

sicos; por lo general se divide en dos pisos sub-divididos en muchas hiladas como lo indica la tabla siguiente.

		Espesor medio.
Gres verde (Greensand).	Gres verde superior	30.m
	Marga azul. (*gault*)	45.
	Gres verde inferior	75.
Terreno Veldio.	Arcilla veldia. (*Weald clay*)	90.
	Gres ferruginoso (*iron sand*)	125.
	Caliza de Purbeck	75.

El piso Veldio, así llamado del canton de los Wealds en el condado de Susex se compone de alternaciones de arcilla, de arenas ferruginosas y caliza, caracterizadas por un gran número de conchas, de peces de agua dulce y de restos de animales terrestres. Los restos vegetales son poco numerosos; algunas fucóideas, helechos, leños y frutos de coníferas, &c.

Las principales conchas son paludinas, potamidas, melanias, &c. &c., muy pocos crustáceos; y entre los animales vertebrados se distinguen los peces de especies aun no determinadas, y los reptiles cocodrilo, iguanodon y megalosauro. Este piso es una especie de apendice á la base del terreno cretáceo cuyo desenvolvimiento es debido, sin duda, á circunstancias geogénicas particulares, en las que se encontraba entonces esta parte de la Inglaterra.

El piso del grés verde puede considerarse como una sola masa arenácea que contiene una hilada margosa. Aqui la presentacion de las conchas de agua dulce ha cesado y se entra en los numerosos fósiles marinos de la creta. El grés verde inferior es un gres de granos fi-

nos, ya aglutinados por un cimento ferruginoso, ya deleznable; contiene muchos granos de clorita. La marga azul está muchas veces dividida en capas delgadas, de las cuales las inferiores son micáceas. El gres verde superior, es una arena agrisada mas ó menos llena de puntos verdes, con frecuencia margosa y conteniendo algunas veces nódulos de barita sulfatada.

En otros puntos como el norte, el nordeste y el norueste de la Francia, la formacion del grés verde presenta una proporcion mucho mayor de rocas calizas con granos verdes, roca que se llama *glauconia.* La creta glaucónica que empieza á lo largo de la Mancha, en el cabo Antifer, y se adelanta hasta mas allá d' Orcher-sur-Seine, está caracterizada por granos de silicato de hierro, nódulos de cal fosfatada y presenta una alternacion de bancos duros y tiernos que contienen lechos y riñones de pedernal. En ella se encuentra sobre todo en la parte inferior, capas subordinadas de margas micáceas. La arena verde que sucede á la masa caliza contiene tambien bancos de margas y de gres calizo lustroso. Otras veces las dos formaciones cretáceas están separadas por una línea ondeada, que encierra un gran número de amonitas, nautilos, hamitas y escafitas. En la Francia Septentrional la roca á la vez arenosa, arcillosa y caliza que contiene una gran cantidad de cuarzos rodados, que los mineros llaman *tourtia*, y que cubre inmediatamente en estratificacion discordante el terreno carbonífero, pertenece á la formacion del gres verde, y está cubierta por margas que representan el gault.

Hácia el oueste la creta tufácea, amarillenta y esquistosa, está cubierta por una hilada arenácea y silícea que hace á la Soloña pantanosa y estéril, al paso que la creta tufácea forma el suelo fértil de la Turena.

Formacion cretácea.

La roca dominante de esta formacion es en todas las localidades una creta blanca y pura, mezclada con una cantidad mas ó menos grande de arena de la que se la puede limpiar lavándola. En su parte inferior la creta se hace margosa y pasa á tufácea; cesa tambien de contener pedernal en riñones, ó en pequeños bancos intercalados, de suerte que se pueden distinguir dos hiladas: creta superior con silex y creta inferior sin silex. El espesor medio de estas hiladas al rededor de la cuenca de Paris pasa de doscientos metros.

La creta es generalmente maciza, lo que depende de su homogeneidad. La estratificacion no se hace sensible sino por los riñones de pedernal que estan dispuestos segun los planos de las capas, y que muchas veces se juntan, se sueldan unos con otros y acaban por formar bancos. Los silex son ordinariamente piromacos. En la parte inferior son córneos.

Desde el departamento del Sena inferior hasta los paises Bajos, la creta forma la mayor parte de las veces la superficie del suelo. Se distinguen muchas variedades segun las modificaciones que esperimenta, que son: la *creta blanca*, la *margosa* ó *creta gris*, la *ocrácea* y la *sub-cristalina*. En las costas del canal de la Mancha, estos diversos bancos de creta forman acantilados, cuya uniformidad solo está interrumpida por las formas estraordinarias que les han dado las aguas en varios puntos particularmente en Entre-Etat y en la isla de Wight. La disminucion gradual del pedernal á medida que se desciende en la escala geognóstica no carece de escepciones. Las canteras de piedra de chispa de Saint Aignan se hallan en este caso, igualmente que la creta

de Maestrickt. En este punto, la creta es sólida, amarillenta, y ha dado lugar á inmensas esplotaciones. Los silex abundan en ella.

En los Pirineos las areniscas y las calizas duras y compactas, que representan el terreno cretáceo, están acompañadas de pudingas, cuyos cantos rodados son caliza compacta ó de arenisca que pertenece al terreno cretáceo. Cerca de Irun, las calizas encierran capas de antracita. La masa de sal de Cardona está enclavada en gres rojos, de granos cuarzosos y de pasta arcillosa que hacen parte del sistema cretáceo.

Las calizas blancas compactas que constituyen los alrededores de Marsella y con frecuencia forman las orillas escarpadas del Mediterráneo, no tienen otra cosa de comun con el terreno cretáceo, del que sin embargo forman parte, que una gran pureza y homogeneidad.

En los Alpes se han reconocido como pertenecientes al terreno cretáceo calizas negras compactas, y calizas margo-arenosas y bituminosas. Todas estas asimilaciones no estriban únicamente en analogías zoológicas, sino que la posicion geognóstica y la continuidad de las capas suministran pruebas incontestables.

Los caracteres del terreno cretáceo de la Podolia, la Podolia, la Volinia, la Lituania, &c. se parecen mucho á los caractéres ordinarios. Estos depósitos se distinguen por masas considerables y numerosas de yeso y de azufre.

En Grecia, calizas azules, negras y compactas, conteniendo numulitas (fig. 15), radiolitas y díceras, alternando con arcillas negras y micáceas, aglomerados y pudingas, calizas compactas y litográficas agrisadas, verdosas y rojas, acompañadas de jaspes y silex, representan la totalidad del terreno cretáceo. Este terreno forma una parte tambien de la cordillera de Líbano.

Los fósiles vegetales de la creta no son mas abundantes que en la formacion precedente, y se reducen á algunos confervas, cicadeas, fucoideas, leños dicotiledones y zosteritas; pero los zoófitos y demas animales son todavía mas numerosos, entre los que se distinguen entre los anelidas, ademas de algunas variedades de serpula, dos variedades de policípedas; entre las conchas las enunciadas en el terreno anterior y baculitas (Lám. V. fig. 16), especie de concha dividida en tabiques, escafitas, esferulitas, &c.; entre los crustáceos algunos de los géneros cangrejo, erion y paguro; entre los peces varias especies de sollos, murenas, salmones, escualos, zeos, y otras no determinadas; en fin un corto número de reptiles y en particular el mososauro, enorme animal, del que no se encuentran mas que fragmentos y que debia tener treinta pies.

Los terrenos secundarios, aunque muy complicados en su composicion geognóstica, presentan menos recursos á la industria que los terrenos mas antiguos. A escepcion del yeso, de la piedra de cal, de varios mármoles como el *amarillo antiguo*, los *brechas* y *lumaquelas*, de la piedra litográfica, sal comun, algunas lignitas, azufre, barita y algunas minas de los metales ya mencionados en la descripcion pero mas raras sobre todo en los terrenos superiores, de calcedonias, ágatas, pedernal, trípoli arcilla esmetica y la creta, cuyos usos ya conocemos, ningunas otras sustancias abundan; pero en cambio las numerosas aplicaciones de las indicadas compensan bien su escaso número.

Como el estado de prosperidad que presenta un terreno depende las mas veces de su configuracion, es consiguiente que la agricultura de los terrenos secundarios debe ofrecer variaciones masó menos notables. Tan pronto forman cuencas aisladas, como cerros elevados y aun verdaderas montañas: pero en general la formacion del gres de los

Vosgos, la del abigarrado y la del lias constituyen montañas, al paso que la formacion oolítica está mas comunmente en vastas llanuras atravesadas por ribazos mas ó menos elevados. Los parages en que domina el terreno cretáceo son generalmente horizontales, y solamente estan cruzados por colinas de mediana elevacion de formas redondeadas, y sin embargo ásperas á lo largo de los valles ó del mar.

Los paises en que dominan las calizas de lias son ordinariamente productivos, porque estas calizas habitualmente duras, poco absorventes y poco descomponibles, estan en el mismo caso que las calizas de transicion. Otro tanto puede decirse del terreno keúprico. No sucede asi en los que reinan los terrenos jurásicos: las mas veces son completamente estériles, sobre todo cuando forman llanuras estensas. Allí no se encuentran arroyos ni fuentes, ni aun aguas estancadas: son unos desiertos de piedra, entregados á la mayor aridez, dependiente de la naturaleza de las rocas, que son siempre cavernosas y resquebrajadas en todas direciones. El agua se pierde en las hendiduras y no puede reunirse en punto alguno para constituir arroyos.

Esta agua sustraida de este modo á la superficie del suelo, en que la vegetacion es desde entonces imposible establece su corriente á profundidades variables sobre las primeras capas impermeables que encuentra, lo que atestiguan las numerosas fuentes que salen debajo de estas capas, en los valles escavados en estos tristes desiertos.

El estado floreciente de estos valles, siempre fértiles, contrasta con la esterilidad de las llanuras que les rodean. Por lo demas, los dos principios de fecundidad se hallan en ellos reunidos: la *abundancia* de *aguas* y *la mezcla de materias terrosas*, que provienen de la seccion hecha por el valle en medio de capas de diversa naturaleza, unas

calizas, otras arenosas y todas mas ó menos arcillosas, y cuya cantidad de unas ó de otras puede el labrador aumentar á su gusto, pues que las materias existen en el terreno mismo.

Los terrenos jurásicos pudieran fecundarse por pozos artesianos, pues en todas las partes donde se ven salir muchas fuentes de entre las capas hay seguridad de que existen corrientes subterráneas, que estan á cortas profundidades. El exámen razonado de los parages indicará las probabilidades de éxito de los pozos artesianos.

Por todas las partes en que el terreno cretáceo está en capas horízontales, en una grande estension, causa una esterilidad mas ó menos completa, y las mas veces comparable á la de los terrenos de la formacion oolítica. Las causas son identicas, esto es, las muchas hendeduras de las rocas, efecto de su poca dureza. Por consiguiente los pozos artesianos pudieran hacerse con ventaja en estos terrenos. Cuando las areniscas y arcillas de la creta son las que dominan, el pais puede hacerse fértil ó serlo naturalmente, porque las aguas se detienen en la superficie del suelo, y la mezcla de las tierras se hace en proporciones mas convenientes. Sin embargo se pudieran citar algunos parages estériles formados por el gres verde. Las observaciones que haremos al tratar de la agricultura de los terrenos terciarios, son hasta cierto punto aplicables aquí.

TERRENO TERCIARIO.

El terreno terciario no tiene el espesor ni la continuidad de los terrenos precedentes; pero como no está cubierto sino por el terreno aluvial, constituye muchas veces la superficie del suelo, y presenta por otra parte un interés especial por las alternativas de depósitos

fluviales y marinos, y por la abundancia y variedad de sus restos orgánicos, particularmente de aves y mamíferos. Estos últimos que apenas se han percibido en los terrenos precedentes pueden servir para establecer las diferencias de edad de los depósitos de este período que se encuentran en diversos paises, segun que estos animales se alejan ó aproximan mas á las especies que viven actualmente ó que son enteramente desemejantes; entonces se debe pensar que estos terrenos son mas recientes, y que los mas antiguos son los de los fósiles menos análogos á las especies vivientes. De modo que los restos orgánicos son un poderoso ausilio para la clasificacion de los terrenos terciarios, que su disposicion ordinaria en cuencas, muchas veces aisladas haria dificil y dudosa.

Dejando á un lado todos los datos geognósticos, para valerse únicamente de los caractéres zoológicos, Deshayes ha dividido las cuencas terciarias en tres series: la primera comprendería los depósitos terciarios de Paris, y Bruselas, los de Valoñas, de la isla Wight, una pequeña parte de los de la Gironda y otra pequeña parte de los del Vicentino. De 1400 especies de conchas encontradas en estos restos, solo treinta y ocho tienen sus aná, logas en las especies vivientes; es decir, un 3 por $\frac{o}{o}$: la segunda serie comprenderia los depósitos arenaceos-conquíferos, conocidos con el nombre de faluns de la Turena y del Loira, una parte de la cuenca de la Gironda, los depósitos de Dax, del Austria, de la Hungría y de la Polonia, y los alrededores de Turin en donde de novecientas especies halladas en estos depositos 161, es decir, 18 por $\frac{o}{o}$ tienen sus análogas vivas: la tercera serie comprenderia las colinas subapeninas, los depósitos terciarios de la Sicilia, de la Morea, la pequeña cuenca de Perpiñan, probablemente otras cuencas de las orillas

del Mediterráneo, que todavía no han sido clasificadas, y el terreno arenáceo que se conoce en los condados de Norfolk y Sulffolk, con el nombre de *crag*. En está serie, sobre setecientas especies, mas de la mitad tienen actualmente sus análogas.

Estas subdivisiones no coinciden completamente con las que resultan de los caractéres geognósticos: así, cuando se considera la vasta cuenca terciaria que comprende los depósitos de Paris, Londres y Bruselas, se ve que en la época en que se formaban las capas inferiores, la configuracion del suelo no tenia sino remota semejanza con la que tiene hoy dia.

Las capas terciarias superiores, son principalmente lacustres; primera divergencia, que indica necesariamente modificaciones geognósticas considerables; y, en efecto, al paso que el mar, que dió orígen á las capas inferiores comprendia no solo al terreno de Paris, Londres y Bruselas, sino que se juntaba con toda probabilidad con los mares terciarios de la Gironda, las capas superiores no nos representan al rededor de Paris mas que una cuenca aislada y circunscrita. El examen de las demas partes de dicha cuenca concuerda para demostrar que no debia haber sino muy pocas relaciones entre la hidrografia de las dos épocas, de suerte que puede dividirse la totalidad del terreno en dos formaciones: la *terciaria inferior* y la *superior*.

Formacion terciaria inferior.

Esta formacion se compone en los alrededores de Paris de dos sistemas ó pisos distintos, que otros miran como otras tantas formaciones; la arcilla plástica y la caliza tosca.

La arcilla plástica, que se encuentra casi siempre encima de la creta, es una arcilla bastante pura, emi-

nentemente untuosa y fácil de diluir, infundible y muy apropiada para las fabricaciones de objetos de alfarería. El espesor de este piso varia desde algunos decímetros hasta mas de quince ó diez y seis metros; variaciones debidas á las desigualdades preexistentes de la creta, que este primer depósito debió nivelar. La arcilla plástica es generalmente de un color gris oscuro, despues se ven vetas de color rojo, y pasa al amarillento. Puede ser roja como al sur de Paris, de Gentilly á Meudon; blanca y mas pura como en el Moret y en el bosque de Dreux: contiene con bastante frecuencia restos de vegetales, lignitas y pirítas.

En la arcilla plástica se distinguen muchas veces dos hiladas, la inferior ordinariamente compuesta de arcilla pura, al paso que la superior, separada por una capa de arena de la precedente es arenosa.

La caliza tosca está compuesta de diversos lechos calizos, alternando con margas. Estas calizas caracterizadas por una cantidad prodigiosa de conchas marinas pueden clasificarse en tres hiladas distintas.

Las calizas, de la hilada inferior son muchas veces arenosas, y algunas separadas de la arcilla plástica por un banco de arenas. Estas calizas son generalmente amarillentas de una testura grosera muy conquífera, muchas veces sembradas de una multitud de granos verdes que recuerdan los de la glauconia. Entre las conchas se distingue la *cerita gigantesca* (fig. 17.) que caracteriza especialmente á la formacion. Las numulitas y las madréporas son tambien un carácter de las hiladas inferiores. Las calizas de la hilada media no son cloritosas; son calizas sólidas en las que la profusion de las miliolitas, de las ceritas, de las turritelas, petúnculos, citereas, orbitolitas, &c. es de los mas notables. Tambien se observan algunas pequeñas capas margosas y limosas que presentan impresiones vegetales.

La hilada superior de la caliza tosca, empieza por las capas mas sólidas, que dan las mejores piedras de sillería. A medida que se asciende, las capas se hacen cada vez mas delgadas y multiplicadas, y alternan con las margas. La caliza pasa entonces á la piedra llamada en Francia clichart, caliza dura y compacta, en lechos delgados, ya homogénea como una caliza litográfica, ya llena de conchas.

Las diversas zonas de la caliza tosca constituyen gran parte de la superficie del suelo parisiense.

La formacion terciaria inferior no se diferencia en Inglaterra de los caractéres precedentes sino bajo el aspecto mineralógico. Así, la arcilla plástica está representada por capas de arenas y cantos rodados que contienen masas arcillosas, lenticulares, formando porciones de bancos irregularmente estratificados. Como estos bancos se esplotan, se ha conservado á la totalidad la denominacion de arcilla plástica. En la isla de Wight, donde esta hilada es muy desenvuelta, la proporcion de las materias arcillosas es considerable, y la presencia de las lignitas es una analogía mas con el terreno de Paris. La caliza tosca está reemplazada por capas arcillosas pardas ó negruzcas, que contienen bancos de concreciones calizas. Estas capas se designan con el nombre de arcilla de Londres, cuyo espesor varía desde veinte y cinco metros hasta doscientos. Entre los fósiles de esta hilada se encuentra la cerita gigantesca característica de la caliza tosca. La totalidad de la formacion está cubierta de arenas ferruginosas, llamadas arenas de Basghot.

El suelo terciario de los alrededores de Bruselas presenta analogías con el de Londres. El piso mas inferior es una marga arcillosa azulada ó negruzca, que contiene riñones y bancos de calizas margosas, lo que recuerda los caractéres de la arcilla de Londres. Encima viene una mezcla irregular de los principios silíceo y calizo,

que forman capas alternativas de calizas toscas y areniscas efervescentes, despues capas esclusivamente silíceas que *Omalius* á llamado *arenisca fistulosa* con *pedernal*, *gres blanco* y *gres ferrífero*.

A la formacion inferior se refieren los cerros aislados de arenisca que se elevan en la Francia Septentrional (Valencienas, Arras, Mauverge, &c. &c.), las capas ferruginosas esplotadas en las Ardenas y las que contienen lignitas en tierra de Soisons.

Las cálizas toscas de la Gironda estan caracterizadas por la cerita gigantesca. En Blaye están llenas de miliolitas. Las calizas toscas de los alrededores de Vicencia tienen un aspecto particular á consecuencia de su mezcla con vackas y basaltos, que les han hecho dar el nombre de *calizas trapeanas.* Allí tambien se observan calizas margosas hojosas que contienen un gran número de impresiones de peces.

Entre los depósitos terciarios de la Europa oriental y septentrional, los de la Galicia son muy notables por el yeso y sal gema que encierran. Son gres con lignitas, un poco efervescentes, gres calizos, aglomeraciones de arenas conquíferas y de margas arcillo-arenosas. Estas alternaciones, forman un primer piso cubierto por calizas toscas que constituyen muchas veces la superficie del suelo. Entre las masas yesosas de esta formacion se encuentra el depósito salífero de Wielizka. La totalidad del banco salífero tiene una longitud de dos mil quinientos sesenta metros, sobre mil sesenta y seis de ancho y doscientos ochenta y uno de espesor.

Formacion terciaria superior.

La sucesion de los depósitos terciarios que constituye en los alrededores de Paris la formacion superior,

comprende por lo menos cuatro pisos distintos, que muchos califican tambien de formaciones: la *caliza silícea*, piso que es enteramente de agua dulce; el piso *yesoso*, cuya parte inferior es tambien lacustre, al paso que la superior está enteramente compuesta de margas marinas: el piso marino de *arenas* y *gres*; en fin el lacustre de las *piedras* de *molino* y margas superiores. A todo esto se puede añadir el terreno de conchas (*faluns*) de la Turena y del Loira que estan en conexion con la cuenca de Paris, y forman un quinto piso marino.

Estas alternaciones de los depósitos marinos y de agua dulce, pudieran hacer suponer trastornos intermedios, que hubieran colocado sucesivamente los mismos parages encima y debajo del nivel del mar; pero esta hipótesis no es necesaria, y se puede considerar la cuenca de Paris como un mar interior, surcado por gruesas corrientes que venian tan pronto de los continentes, como del mar, y que de este modo han formado estas sobreposiciones de terrenos marinos y de agua dulce.

La caliza silícea está compuesta de alternaciones de caliza blanca, de grano fino y de una caliza dura compacta, ó blanca amarillenta, íntimamente mezclada con una grande proporcion de sílice. Esta última variedad es muchas veces cavernosa, con cavidades irregulares, pero mas estensas en el sentido de la estratificacion, de paredes desiguales, y algunas veces tapizadas de cuarzo; esta encierra conchas de agua dulce. La caliza silícea descansa sobre la caliza tosca; pero está principalmente desenvuelta donde la caliza marina lo está poco.

El piso yesoso consiste en alternaciones de yesos y margas arcillosas y calizas; á veces forma largas bandas que tienen hasta muchas leguas de longitud por seis de ancho, como se ve en las colinas prolongadas que siguen el curso del Sena. La hilada yesosa está

caracterizada por el yeso y por los restos de animales terrestres. En ella se distingue el yeso inferior compuesto de alternaciones multiplicadas de margas y bancos poco gruesos de yeso mas ó menos cristalino: las margas son muchas veces hojosas. El yeso superior tiene mas espesor. Las capas de margas son allí menos frecuentes, y su espesor llega hasta veinte metros. En las esplotaciones de este yeso, es donde se encuentran una gran cantidad de huesos de paleoterios (fig. 18), anaploterios (fig. 19.), &c.

Encima de las margas blancas de conchas de agua dulce, se encuentran margas verdosas y amarillentas en capas multiplicadas, y muchas veces de grande espesor; estas son las margas marinas, caracterizadas por restos de peces, ostras, ceritas, corazones, &c.

Las arenas y gres marinos superiores, son arenas amarillentas ó rojizas micáceas, que pasan con frecuencia á la arena blanca pura, empleada en las fábricas de vidrio. Las arenas puras anuncian casi siempre el desenvolvimiento de los gres, que son tan notables en Fontenebló. En Meudon, Fontenay, &c., las arenas han sido evidentemente producidas por influencias mecánicas, al paso que los gres puros y tuberculosos de Fontenebló, no pueden resultar sino de reacciones químicas.

A este piso sigue el de las piedras con que se hacen las ruedas de molino, que aparecen mezcladas con arenas ferruginosas, y alternando con margas verdosas, rojizas ó blanquecinas. La piedra de que tratamos, es cavernosa y dura, no contiene cuarzo cristalino, ni calcedonia, como algunas calizas siliceas. Algunas veces, debajo de este piso se encuentran todavía silex y margas calizas, que encierran restos orgánicos de agua dulce.

Los terrenos de conchas ó *faluns*, son unos depósitos arenáceos marinos, que aparecen ser el último producto de las aguas arrojadas de la depresion ó cuenca

de Paris ya colmada. Tan pronto se presentan bajo la forma de rocas arenosas que encierran una multitud de conchas en parte quebradas, como en la de un macigno en que dominan los principios calizos, y contiene tambien conchas. Esta última roca cuyo espesor es generalmente inferior á diez metros, encierra huesos de diferentes mamíferos.

Los pisos terciarios superiores no son representados en Inglaterra sino en localidades muy circunscritas. En la isla de Wight, existe una formacion de agua dulce, subdividida en dos pisos por un depósito marino intermedio. El *crag* de los ingleses es un depósito arenáceo, análogo á los faluns de la Turena, y á escepcion de que las arenas y los cantos rodados dominan.

El interior de la Francia presenta una serie de cuencas terciarias de agua dulce, que se han considerado como vaciadas sucesivamente unas en otras. En efecto estan en escalones á lo largo de los valles del Loira y del Alier. Las cuencas de Puy en Velay y de Cantal empiezan la serie, y se componen de alternaciones de arcillas, margas y calizas. El piso yesoso se reproduce en la cuenca de puy, y presenta, así como el yeso de Paris, restos de paleoterio. La cuenca de la Limaña se compone de una serie de alternaciones que empiezan por arenas, que pasan algunas veces á la arkosia, y que otras se hacen arcillosas; despues sigue un desenvolvimiento de margas diversamente coloradas, que está coronado por calizas de agua dulce.

El grande valle que separa los Alpes del Jura, ofrece un inmenso desenvolvimiento de rocas conglomeradas terciarias, que se prolongan hasta la Baviera. Estas rocas consisten en alternaciones de *nagelflue*, de gres blando margoso que pasan á arcilla y al gres; y que se elevan algunas veces á alturas considerables en los la-

dos de los Alpes. El monte Righi, por ejemplo, está compuesto de nagelflue, y llega á una elevacion de mil novecientos metros.

En su parte inferior el gres margoso blanco suizo contiene un sistema de caliza fétida, de margas y de lignitas, donde se encuentran conchas de agua dulce y huesos de mamíferos; al paso que las capas inferiores y superiores á este sistema encierran cerítas, turritelas, (fig. 20.) peines, citereas, y otras conchas marinas, de suerte que se puede considerar esta formacion de agua dulce intercalada como producida por afluentes de los continentes, análogos á los que han acarreado las lignitas de tierra de Soisons.

Los depósitos terciarios que se estienden al pie de los Apeninos, de donde les ha venido el nombre de colinas sub-apeninas, presentan una serie de capas análogas á las de los depósitos suizos.

La serie de depósitos superiores á la última formacion de agua dulce de la cuenca de Paris, marca una aproximacion hácia la totalidad del continente actual, lo que ha sido causa de que se les dé el nombre de terrenos *cuaternarios*. Las rocas de estos depósitos son: 1.° brechas de cimento calizo, tales como la piedra llamada grison del Loira y de la Bretaña, la caliza blanda de las cuencas del Ródano, el molasse suizo y las arenas y tobas de Castel Arcuato; 2.° brechas conquíferas de cimento ferruginoso, tales como el *crag* de los ingleses las capas arenosas de las colinas sub-apeninas de Montpelier y del Loira; 3.° faluns incoherentes y arenas tales como las de la Turena, Mariñac, Dax, &c.; 4.° cantos rodados incoherentes ó cimentados en pudingas como el najelflue; 5° margas mas ó menos arcillosas, que se encuentran casi por todas partes.

El vasto depósito arenaceo de la Brensa es un ejem-

plo que se puede citar de los depósitos terciarios mas recientes. Descansa sobre capas horizontales de macigno que estan por el contrario inclinadas y dislocadas.

Los fósiles de esta formacion son mucho mas numerosos que los de la inferior, pues reducidos en aquella á algunas conchas en parte citadas y restos de vegetales, en la superior hallamos entre estos últimos coníferas, equisetáceas, nayadas, palmeras ó sus impresiones, ninfeáceas y caracáceas; entre los animales las ceritas, numulitas, turbinolas, ovulitas, taladros, turritelas, petúnculos &c, y otros enunciados del piso de la caliza silícea; en el piso yesoso los cocodrilos tortugas y algunas aves análogas á las alondras de mar, codornices, íbis, &c., pero sobre todo varias especies de anaploterio y de paleoterio, animales análogos á los tapires, de los cuales el paleoterio llamado grande debia de ser de tanto cuerpo como un caballo; las ampularias, corazones, ceritas, espirorbes, ciátulas, corbulas, donaces, olivas, las grandes ostras, &c., los peces y paladares de rayas del tercer piso: y mas particularmente los restos de los mamíferos de la Turena, entre los cuales se hallan animales terrestres y marinos, como el elefante mamuth (fig 21), el dinoterio que tenia 18 pies de largo, y que se habia considerado como un tapir, pero que tiene defensas colocadas en la mandíbula inferior, mas en lugar de estar levantadas como las del elefante, se encorvan hácia abajo; los mastodontes (fig. 22) especie análoga á la de los elefantes, cuyos dientes son singulares (fig. 23); los rinocerontes, hipopótamos, caballos, antilopes, castores y un roedor de la magnitud de una liebre; entre los carniceros la hiena de las cavernas, linces, &c.; en fin, algunos mamíferos acuáticos como focas, morsas, manatíes, delfines, ballenas, &c. con dientes de monstruosos escualos que debian tener 24 pies de largo.

A medida que se alejan de la época primordial, se ve á los terrenos hacerse mas y mas estériles bajo el aspecto mineralógico. Sin embargo, en los terciarios todavia se encuentran algunos metales y abundan en areniscas calizas y diversas arcillas, á las que pudieran añadirse nódulos de ambar, falsas turquesas, ágatas, estronciana, algunos ocres y magnesita ó espuma de mar.

Pero si este terreno por lo comun es pobre en riqueza mineral, no lo es así respecto de la agrícola. Los terrenos terciarios cubren grandes estensiones muy pobladas y fértiles; por lo general son paises llanos ó con algunos cerros que se encuentran solamente á lo largo de los rios: por lo demas, en razon de su naturaleza y composicion, el terreno está casi siempre favorablemente constituido para la vegetacion, porque resulta de la mezcla de un gran número de elementos diversos tomados de los terrenos mas antiguos. Si algunas partes son estériles, el agricultor puede fertilizarlas fácilmente porque se encuentra siempre en las diversas capas de su terreno, la materia que necesita añadir.

Este es el lugar de examinar la cuestion geológica de la agricultura de un modo general, puesto que los terrenos terciarios, que son los mas esparcidos ó á lo menos los mas cultivados, encierran tambien las mas veces en capas separadas, las materias que interesan mas al agricultor, las *margas*, las *arcillas*, las *arenas*, el *yeso* y el *carbonato de cal*. De la mezcla bien entendida de estas materias deberá resultar la mejor tierra vegetal.

La tierra vegetal que vemos en la superficie del globo es casi siempre el resultado de la descomposicion de las rocas circundantes ó subyacentes. No es pues exacto decir que es la acumulacion de restos de materias vegetales y animales que se ha formado á la larga en la tier-

ra que cultivamos. Si fuese así, seria casi semejante por todas partes é igualmente fértil. Las materias orgánicas no forman mas que el mantillo, que entra en pequeña parte en la tierra vegetal, pero que sin embargo desempeña un papel bien importante para los progresos de la vegetacion. La tierra propiamente dicha no esta encargada de alimentar las plantas, solamente les sirve de apoyo, y de depósito á los materiales nutritivos, sin perjudicarlas. El *gran secreto de la agricultura* se reduce á dos puntos principales: á dar á las plantas una tierra convenientemente preparada, y mantener en esta tierra los elementos necesarios á su fecundidad. La tierra será apropiada para las raices de las plantas cuando sea suficientemente movediza; cuando el agua de las lluvias no pueda filtrarse con demasiada rapidez, pero que tampoco quede de tal modo estancada, que llegue á ahogar y podrir las raices.

Una tierra no es bastante suelta, cuando á causa de una mayor cantidad de arcilla está sujeta á endurecerse y agrietarse á la menor sequedad; en esta clase de tierra el agua queda estancada; entonces es preciso añadir arena y alguna caliza para disminuir el esceso de coherencia de la arcilla. Por el contrario, el agua llovediza se pierde en una tierra demasiado arenosa, y filtrándose deja á las raices de las plantas en una sequedad casi continua que las hace abortar. Para evitarlo es preciso poner en esta tierra arcillas en cantidad suficiente, pero sin escederse.

Tales son las condiciones que debe presentar la habitacion de las plantas. Para su nutricion ademas del aire y del agua que son la base de su alimento, es preciso que el suelo las suministre algunos otros principios nutritivos apropiados á cada una de ellas; y así, sin entrar en

detalles acerca del cultivo que conviene á cada especie, se puede decir en general que todas las tierras necesitan, 1.° de *mantillo*, porque en estos restos de materias vegetales y animales estan reunidos los verdaderos elementos químicos de la nutricion de las plantas: los polvos alcalinos y demas abonos artificiales deben considerarse como auxiliares; 2.° de la *cal*, base que debe entrar con bastante abundancia puesto que los vegetales contienen una gran proporcion de sales de ella, cuyos ácidos se forman por la descomposicion de las materias orgánicas ó por la atmósfera.

Es verdad que este mantillo y esta cal existen naturalmente en proporcion variable en las mas de las tierras; el agua les disuelve é introduce en las plantas, para ser elaborados segun las leyes de la vegetacion; pero por lo mismo que la cal y el mantillo pueden ser disueltos y arrastrados por el agua, la cantidad, que una tierra contiene la primera vez que se cultiva, disminuye todos los años si no ha habido cuidado de renovarla, sin que basten para ello las raices de la cosecha anterior y de otras plantas estrañas. Así las tierras se cansan, y para reanimarlas es preciso darles lo que han perdido, no solamente en estiércoles, sino en materias calizas cuando estan desprovistas de ellas.

Por consiguiente, es preciso como se hace en muchos paises, no solo estercolar sino abonar las tierras con margas segun sus necesidades. Las margas por sí solas serian estériles, porque ninguna reune en la proporcion requerida los elementos de una tierra bien constituida. Por lo comun en la parte menos fértil de un campo es donde se descubren las margas.

Aplicando ahora á los terrenos terciarios estas reglas tendremos: que cuando las areniscas de la formacion marina se encuentran en la superficie del suelo, la tierra es

ordinariamente estéril porque es demasiado arenosa, pero casi siempre debajo de esta arenisca y de las arenas marinas se encuentran capas de margas y de arcilla que pertenecen á la misma formacion, ó á una formacion de agua dulce. Estas margas ó estas arcillas son las que el agricultor debe esparcir en sus campos para que impidan la filtracion del agua.

Cuando las arcillas y calizas de agua dulce dominan en una comarca, es poco fértil, porque las tierras carecen de arena, y la cal está en escesiva proporcion, lo que hace las tierras estériles, aun cuando no sean mucho ni poco penetrables. La arena pura ó la arcilla remedia estos inconvenientes. Lo mismo sucedería con un suelo compuesto enteramente de una marga propiamente dicha.

Estas indicaciones dadas para cada especie de terreno en general son susceptibles de modificarse segun las localidades, y en muchas no podran ponerse en práctica porque los productos que resultasen, pudiera ser que no compensasen los gastos.

TERRENO DE ALUVION.

A medida que las superficies continentales que debian constituir la configuracion actual, se elevaban del seno de los mares, las aguas corrientes emprendian un trabajo de erosion, cuyas huellas no debian ya borrarse. El terreno de *aluvion ó diluviano* comprende los depósitos engendrados por estas erosiones.

Los depósitos aluviales son muy poco variados en cuanto á su composicion, y se aproximan mas ó menos á los que se forman bajo nuestra vista. Sin embargo, su exámen indica que pertenecen á dos épocas distintas, los aluviones superiores, no parecen ser mas que el resultado de las acciones erosivas actuales durante un largo espacio de tiempo; al paso que los aluviones antiguos tie-

nen relacion con perturbaciones antiguas, cuyos equivalentes no presenta nuestra época. El exámen de la situacion de estos depósitos viene en apoyo de esta subdivision; y nos manifiesta la existencia de inmensos aluviones, no solo á niveles y á estensiones que no estan de acuerdo con los volúmenes de agua que hay actualmente en la superficie de los continentes, sino muchas veces en direcciones opuestas. En fin, las consideraciones zoológicas, suministran las mismas indicaciones; porque los mastodontes, el megaterio (fig. 24), enorme mamífero del órden de los edentados (Véase T. I.), y cuyo esqueleto se ve en el gabinete de historia natural de Madrid, el megalonix, el elasmoterio, que participaba de elefante, rinoceronte y de caballo, los alces, y los auroes, cuyos huesos se encuentran en los aluviones antiguos, demuestran que faltaba todavía un paso que dar para llegar á la organizacion existente.

Los aluviones son generalmente arenas y cantos rodados, en capas irregularmente estratificadas y sueltas á no ser que esten accidentalmente aglutinadas por cimentos calizos ó ferruginosos. La naturaleza de las rocas que han dado los materiales, la dimension de los cantos rodados ó peñas arrastradas, son los únicos elementos distintivos de estos depósitos; pero que reunidos á la posicion geográfica de las localidades que ocupan, bastan para caracterizar y dar á conocer su punto de partida.

Asi, los grandes aluviones que existen en el valle del Sena, cuya latitud pasa mas de una legua, se componen de arenas y cantos rodados, principalmente cuarzosos en los que se encuentran trozos de caliza silícea de gres de Fontenebló. Estudiando el depósito mas al pormenor, se distinguen núcleos de caliza litográfica que viene evidentemente de los depósitos jurasicos de la Borgoña, despues pajas de mica, núcleos de feldspato, de gra-

nito y de sienita, que Beaumont ha señalado como idénticos á las rocas análogas de Morvan. Estos restos ponen, dice, estos depósitos en conexion con el desague de los lagos que debian todavía existir al pie de los Alpes y en la Bresse, como lo indican vastos depósitos arenáceos.

El conjunto de los aluviones de los valles del Durance, del Ródano y del Iser, comprende desde las llanuras guijarrosas de la Crau (bocas del Ródano), hasta los trozos angulosos de rocas alpinas que se encuentran en las pendientes del Jura. La llanura de la Crau presenta una superficie de cantos rodados incoherentes, de los cuales siete octavas partes son cuarzosos. Cuando se recorre esta llanura se percibe una escotadura que da paso, hácia al N. N. E., al canal de Crampon; sin duda por esta abertura llegaron estos cantos rodados y en particular las rocas de hácia Brianzon y Oisans.

Los alrededores de Aviñon, Montelinar, &c., presentan aglomeraciones de cantos rodados, en llanuras y montecillos que no son mas que la prolongacion de la Crau. Asi, los Álpes aparecen en este período como punto de partida de las grandes corrientes diluvianas, dirigidas en todos sentidos, y que han cubierto el suelo inmediato de grandes depósitos arenáceos compuestos de las rocas alpinas mas resistentes.

Las corrientes de agua actuales han cavado su lecho en estos depósitos, de suerte que los aluviones recientes estan dominados por montecillos y por anchas esplanadas formadas por aluviones antiguos que se distinguen de los modernos bajo el triple aspecto de un nivel mas elevado, de los cantos rodados voluminosos y de su misma naturaleza. Por todos sus lados la cordillera de los Álpes, presenta depósitos análogos, debidos sin duda á desagües y derrames mas ó menos prolongados de los lagos escalonados en los valles.

La presencia de grandes peñascos, que tienen algunas veces quince y veinte metros de lonjitud, demuestra cuan enérgica fue esta accion. Estos peñascos se han llamado erráticos. En las pendientes que dominan el lago Mayor y el de Como, se encuentran muchos de ellos.

Enormes peñascos erráticos existen tambien en cantidad innumerable en Suecia, en Rusia, y generalmente en todas las llanuras bajas y arenosas que cercan al mar Báltico, y aun desde el Ems y el Veser hasta el Dwina y el Neva. Allí se manifiestan en líneas lonjitudinales, cuya direccion es generalmente de norte á sur y parecen tambien haber llegado por grupos y seguir partiendo desde el Báltico, líneas que se cruzan algunas veces, pero siempre en ángulos agudos. Los peñascos erráticos son rocas duras, como granitos, sienitas, pórfidos, gneis y calizas. En los alrededores de Croninga estan hundidos en las arenas, donde se les busca con la sonda para esplotarlos. Todos estos peñascos provienen muy probablemente de la Suecia; pues son las mismas rocas que las de este pais; se las ve en cierto modo partir de las provincias Esmolandia, Uplandia, Escania y Sudermania, y atravesando el mar se les encuentra de nuevo en la Zelanda, la Pomerania, el Holstein, la Vestfalia y hasta en el Meklenburgo.

Todas las cordilleras, todas los grupos de montañas han dado lugar á la formacion de terrenos aluviales á su alrededor, como los Alpes y las montañas del macizo escandinavo. El espesor y la estension de los depósitos está ordinariamente en razon de la importancia de los grupos, y de las cordilleras que fueron los puntos de partida, y en cuanto á su composicion dependen casi enteramente de la de montañas, alterándose á medida que uno se aleja porque los elementos mas duros, tales como el cuarzo y el feldspato son los únicos que resisten á la erosion. Cuando las corrientes diluvianas obraron sobre rocas que con-

tenian piedras preciosas, minerales metalíferos ó metales nativos, estas corrientes efectuaron unas lavaduras de la que el hombre ha sacado partido. En efecto, las piedras preciosas (diamante, záfiro, espinales, topacios &c.), en virtud de su dureza; el oro, la platina en razon de su maleabilidad, han resistido á la erosion. La destruccion de una parte de las grandes masas cuarzosas del Brasil, ha producido los ricos aluviones auríferos y gemmíferos que cubren los grandes valles y las esplanadas poco elevadas de este pais.

El oxido de estaño, el hierro oxidulado y el titaniado, se encuentran tambien en ciertos aluviones que estan ordinariamente proximos á filones ó masas metalíferas de donde provienen sus materiales. En cuanto á los minerales de hierro llamados de aluvion, aunque haya muchos de los llamados criaderos que no son otra cosa que minerales de otras formaciones revueltos por las aguas diluvianas, la mayor parte de ellos resultan de depósitos formados por precipitacion química. Tal es el orígen de los minerales pisiformes que abundan en muchos parages.

Los restos de mamíferos que encierran ciertos aluviones han dado lugar á investigaciones muy interesantes. Los sitios donde se encuentran mas comunmente estos huesos son interrupciones de continuidad del suelo principalmente, ó cavernas, y estan embutidos en brechas de cimento ferruginoso ó calizo, limo y arenas. Estos huesos pertenecen á osos hienas, tapires, rinocerontes, hipopótamos, elefantes, bueyes, aurocs, ciervos, lobos, zorras, &c.

Es raro que los esqueletos esten bien conservados y muchos huesos conserven impresiones de dientes de los animales carniceros, como si estas cavernas hubieran sido el abrigo donde guardaban su presa. Las cavernas mas célebres son las de la Franconia.

Los aluviones recientes y los que se forman todavía á nuestra vista, toman sus caractéres de los terrenos de donde provienen. Su posicion basta para indicar su edad. Entre las particularidades de estos terrenos superficiales, citaremos las turbas y las madréporas, fenómenos ambos que tienen sus análogos en épocas remotas. La turba es una sustancia carbonosa, blanda, ligera y esponjosa, formada por la acumulacion de vegetales herbaceos, en lo que se distingue de la hulla y de las lignitas, que parecen al contrario resultar del amontonamiento de gruesos árboles; se encuentra en los terrenos bajos y pantanosos, en los valles formados por limo, donde se esplota muchas veces como combustible. En muchos depósitos de turba se han encontrado huesos análogos á los de los animales de las especies actuales, y aun restos de instrumentos, pedazos de madera labrados y otros productos de la industria.

Los depósitos mecánicos que á nuestra vista producen las fuentes de aguas minerales, son á veces inmensos en su alrededor y consisten en concreciones ferruginosas, calizas y silíceas. No menos importantes son á los que dan lugar en el Océano pacífico, y en el mar de las Indias, los pólipos generadores de las madréporas en todos los parages

donde pueden establecerse. Por la accion de ellos se han ido elevando las superficies submarinas. Los depósitos madrepóricos tiene ordinariamente de cinco á seis metros de espesor; pero cuando no han sido dislocados de su posicion por movimientos de la corteza del globo, no tienen mas de dos metros encima del nivel del mar.

Los terrenos diluvianos se encuentran en todas las partes del mundo, pero donde tienen mas espesor es en las inmediaciones de las montañas; en las llanuras no forman mas que capas poco profundas y desiguales debajo de la tierra vegetal con la que se confunden algunas veces ó á la que reemplazan completamente. Cuanto mas predomina este terreno, mas estéril es el suelo, porque careciendo casi siempre de arcilla y de caliza, no conserva el agua y queda privado de los principios nutritivos. Su influencia es tanto mas perjudicial, cuanto que generalmente se estiende por llanuras, que perteneciendo las mas de ellas á formaciones terciarias, tendrian por su naturaleza mineralógica las mayores probabilidades de grande fecundidad. Sin embargo seria posible que estos terrenos invadidos por las arenas diluvianas, pudieran dar buenos productos en los parages en que el suelo bien constituido está á poca profundidad.

Cuando el terreno diluviano está mezclado con arcilla, y sobre todo si las arenas y guijarros que le constituyen están ya cimentados y forman una capa sólida, la tierra no es ya estéril: el agua se mantiene sobre el suelo, y con ella una multitud de insectos que son los anuncios de un terreno productivo; pero en general solo la vid y los bosques prosperan bien en él.

Los terrenos de aluvion ó de acarreo modernos, si bien son los menos ricos en materias que puedan esplotarse no son asi en productos agrícolas, pues

por lo comun son de estrema fertilidad. En efecto, á ellos pertenece casi la totalidad de las tierras vegetales que cubren la superficie del globo, y que se hallan acumuladas en mayor cantidad, lo que es preciso atribuir á la mayor facilidad con que ciertas rocas entran en descomposicion, y á que las aguas pluviales amontonan las partes terrosas en ciertos puntos, á espensas de algunos otros á quienes despojan continuamente.

SERIE DE LOS TERRENOS ÍGNEOS.

TERRENO VOLCÁNICO.

Hemos dejado la descripcion de los terrenos de sedimento en los fenómenos de la época actual, ahora vamos á continuar el exámen describiendo los terrenos ígneos cuya serie seguiremos remontando hasta las rocas mas antiguas.

Ya dijimos que el número de volcanes activos probablemente no escedia de trescientos, y que el de los apagados era mucho mayor. Estos diversos centros volcánicos constituyen comarcas mas ó menos estensas, generalmente montañosas, y las rocas ígneas de que estan compuestas, pueden, en cuanto á la composicion mineralógica y á la forma de los macizos subdividirse en varias clases: 1.° las rocas lávicas que provienen de erupciones en gran parte contemporáneas de los tiempos históricos; rocas de composicion bastante variable, (piroxénicas, feldspáticas, labradóricas ó anfigénicas), pero generalmente caracterizadas por una testura celular y un poco esponjosa, por minerales accidentales particulares, y sobre todo por las formas con que se presentan) montañas cónicas con cráter que arrojan ó han arrojado por él, ó por bocas laterales, escorias, cenizas, puzolanas, vapo-

res, y que vierten corrientes estrechas de lavas: 2.° las rocas basálticas, rocas piroxénicas que tienen el basalto por tipo; á las que la abundancia de piroxena, la testura compacta, la frecuencia del peridoto, la estructura seudo regular, dan un aspecto enteramente especial; las formas de capas estensas, de filones y de masas aisladas, indican circunstancias de erupciones diferentes de las que han presidido á la generacion de las rocas lávicas, y efectivamente las escorias, las puzolanas, las cenizas son mas raras, y los cráteres cuando los hay se diferencian mucho de los cráteres lávicos; 3.° las rocas traquíticas, rocas feldspaticas muy variadas, cuyos pormenores mineralógicos son muy característicos, acompañadas de pocas deyecciones (traquitas en escorias, pomez), acumuladas en grupos de montañas que constituyen cimas elevadas, sin cráter de erupcion y cuyas circunstancias de emision son difíciles de penetrar, pero que ciertamente eran distintas de las rocas basálticas ó lávicas.

Estas distinciones, que la descripcion del terreno hará fáciles de apreciar son tanto mas positivas cuanto que concuerdan con las subdivisiones geognósticas, es decir, de sobre posicion; de tal suerte que los fenómenos lávicos basálticos y traquíticos, constituyen periodos sucesivos muy distintos. En efecto, en todas partes donde hay contacto de las tres clases de rocas, los traquitas estan cubiertas por los basaltos que se hallan debajo de las lavas. Así por una parte estas clases de rocas pertenecen á un mismo terreno, porque hay asociacion geográfica, desenvolvimiento simultáneo de sus masas; por otra parte en virtud de divergencias mineralógicas, físicas y geognósticas constituyen tres formaciones que designaremos por las denominaciones de *lávica*, *basáltica* y *traquítica*.

Formacion lávica.

La accion volcánica de la época actual no está sugeta á leyes constantes. Cada centro de erupciones tiene sus fenómenos particulares, y algunas veces erupciones de un mismo centro presentan variaciones notables.

Los volcanes apagados representan por sus formas y productos análogos á los volcanes activos y sus lavas conducen insensiblemente á los caractéres de las lavas basálticas que les han precedido.

Las lavas de los puys de Aubernia cubren muchas veces estensiones de muchas leguas cuadradas, y su superficie desigual forma pequeños desiertos. Esta desigualdad parece resultar de esplosiones gaseosas, que se verificaban en la superficie mientras que corrian. Estas lavas son tan pronto feldspáticas como piroxénicas: en este caso, no es solo el feldspato comun el que las compone, es la variedad llamada *labrador*, distinguiéndose así de las lavas traquíticas que las habian precedido.

La formacion lávica de los bordes del Rhin constituye un paso mas marcado hácia la formacion basáltica, y la conexion que en la Aubernia no resulta mas que de transitos mineralógicos accidentales, resulta aquí de la naturaleza mas compacta y mas frecuentemente piroxénica de las lavas, así como de la formacion de la volcanizacion. Las provincias de Eiffel y Neuwied contienen á la vez volcanes lávicos y basálticos, y muchas veces es difícil distinguirlos.

El parage limitado por el Rhin, la Mosela, las Ardenas y las llanuras de mas allá de Colonia, presenta á primera vista un aspecto de harmonía con los fenómenos lávicos mas comunes. Montañas cónicas, compuestas de

yecciones y lavas escoriáceas, terminadas por cráteres algunas veces desportillados, han vertido corrientes de lavas celulares; pero accidentes particulares del suelo varian este aspecto: y son depresiones circulares, vastos abismos crateriformes, que se presentan no solo sobre eminencias cónicas, sino en las llanuras y esplanadas de los esquistos arcillosos, grauwacka ó caliza que constituyen el suelo del pais. Algunas de estas depresiones crateriformes, tienen cerca de una legua de diámetro. Las aguas se han reunido naturalmente en ellas, y han resultado lagos circulares, designados en el pais con el nombre de *Maars*. La superficie de estas depresiones está generalmente cubierta de escorias libres y de fragmentos calcinados, y mas ó menos alterados de la roca en que estan escavados (lo mas frecuentemente la grauwacka), de suerte que parecen representar cráteres formados por erupciones gaseosas muy violentas, y constituir lo que se ha llamado cráteres de esplosion.

Formacion basáltica.

El basalto, lava compacta y muy piroxénica, es la roca dominante de la formacion; él es el que determina todos sus caractéres físicos, porque no solamente es la roca mas abundante, sino en ciertas localidades es la única. La dolerita, la wacka, las deyecciones (escorias, puzolanas y cenizas) y las rocas de agregacion (brechas volcánicas, tobas piroxénicas, peperinos) acompañan ordinariamente al basalto bajo las formas que les son propias.

El basalto, que es la roca característica de la formacion, constituye con la dolerita lo que se puede llamar las rocas lavas. Estas lavas se presentan bajo formas muy variadas, en masas aisladas, cónicas, que parecen resultar, ya de la acumulacion de un fluido pastoso, inmediatamente encima de su orificio de erupcion, ya de

la dislocacion de una capa mas ó menos estensa de que serian testigos; en capas de espesor muy variable, cuya estension y continuidád son muy notables, y dan lugar las mas veces á vastas esplanadas que contrastan con las formas en bandas estrechas de las corrientes lávicas; en filones, cuyo espesor varia de diez, veinte metros y mas, hasta vetas de algunos decímetros, que pueden sin embargo prolongarse á distancias considerables.

Estas tres formas de emision (masas acumuladas, corrientes estensas y filones) no pertenecen únicamente á las lavas basálticas; son las de toda materia fluida que empujada de abajo arriba, atraviesa la corteza sólida de globo, y viene á derramarse en la superficie. La abundancia de las materias gaseosas y por consiguiente de las deyecciones en las erupciones lávicas, que sujetando las lavas modernas á un modo particular de derramarse, ha impedido á estas formas marcarse con pureza. Estas formas se encuentran en efecto en todas las demas formaciones ígneas.

Las estructuras prismática, tubular y globular, que no estan mas que bosquejadas en las lavas modernas, aparecen con una exactitud enteramente característica en los basaltos. Las columnatas prismáticas llamadas vulgarmente calzada de los gigantes, se han hecho célebres en todos los paises en donde estan desenvueltas. (Francia central, bordes del Rhin, Hebridas, Islandia, &c). La regularidad de los prismas que constituyen estas columnatas basálticas, su tendencia á producirse siempre que la lava reune las condiciones de homogeneidad y es compacta, no permiten dudar que resultan de leyes generales. La estructura prismática no es en efecto la propiedad de los basaltos. Varias corrientes lávicas (Vesubio, Aubernia,) la han tomado al enfriarse, y entre las rocas ígneas anteriores, las mas ho-

mogéneas y compactas (fonolitas, traquitas homogéneas, y trapps) se presentan muchas veces en prismas tan regulares como los basaltos. El granito mismo afecta algunas veces esta estructura.

Los basaltos estan muy estendidos y son de mucho espesor en la Francia central. El Vivarés y el Velay presentan cinco series distintas de volcanes basálticos reunidos entre sí, por relaciones de posicion y de dependencia geográfica. Estos volcanes son segun el órden geognóstico probable: 1.º los volcanes basálticos modernos del bajo Vivarés, colocados al pie de la fractura de elevacion del suelo primitivo; fractura que separa con bastante exactitud el bajo y el alto Vivarés por una altura escarpada de muchos centenares de metros; 2.º la cordillera occidental del Velay, que limita el valle del alto Loira al oeste, y le separa del alto valle de Allier, desde Pradelles hasta Paulhaguet; 3.º la cordillera intermedia paralela á la precedente que atraviesa la cuenca elíptica de la alta Loira y forma su gran eje desde los volcanes de Bouzon y Pal hasta el de Bar; 4.º la cadena de los Coyrones, dirijida del S. E. al N. O. desde las cumbres del Escrinet hasta Rochemaure y Monttelimart del Ródano; 5.º la cordillera oriental del Velay, paralela á la occidental y principalmente compuesta de rocas que pertenecen á la formacion traquítica, pero en las que se encuentran muchos basaltos, los mas antiguos del pais y que se unen con los de los Coyrones.

En la formacion basáltica y particularmente en la Francia central hay que distinguir á lo menos cuatro variedades de basaltos ó de lavas basálticas compactas: 1.º el *basalto porfiroídal*, de pasta de basalto comun sembrada de cristales de piroxena, y que contiene con bastante generalidad peridoto muy diseminado: este basalto es muy notable por su dureza y tenacidad (sal-

vo los casos de descomposicion); rara vez es ampolloso ó escoriforme; 2.° *el basalto variolítico*, notable por los pequeños núcleos, ó mas bien por los puntos de cal carbonatada ó de mesotipa de que está lleno; la pasta básáltica es mas ó menos compacta, algunas veces rojiza y distinta, porque las sustancias accidentales que la caracterizan no son debidas á infiltraciones posteriores en ampollas y cavidades, sino preexistentes al enfriamiento de la roca, y resultan sea de un empaste hecho antes de su salida, ya mas probablemente de una licuacion y de una afinidad química; 3.° el *basalto feldspático*, basalto esencialmente homogéneo, duro, tenaz que pasa muchas veces á las rocas feldspáticas por una testura finamente escamosa, poco peridótica; 4.° el basalto piroxénico ó mas bien *peridótico*, basalto mucho mas cristalino que el precedente, muchas veces celular y ampolloso, como las lavas modernas, abundante en peridoto.

En la alta y baja Aubernia la formacion basáltica presenta los mismos caractéres que en el Velay y Vivarés. Las vackas son particulares en la baja Aubernia. Estas rocas presentan muchas veces manchas redondeadas, mas oscuras que la pasta, que, accidentalmente toman el aspecto de un cristal incompleto de piróxena. Por lo demas, la posicion que ocupan, los retorcimientos que esperimentan y que producen siempre una densidad mayor y una testura mas compacta, indican que han sido emitidas en el estado pastoso.

La punta del nordeste de la Irlanda, una parte de las Hebridas y ciertas pequeñas sierras accidentales de Escocia, constituyen una larga línea basáltica; dirigida casi N. S., muy notable por el espesor de las masas de que se compone. El condado de Antrin, las islas de Mule y Sky son los tres principales centros de acumulacion de esta línea.

Los paises Alemanes situados entre el 50 y 51 paralelos, la Hungría, el Vicentino, la Toscana, &c., presentan muchas masas y montones basálticos, pero son siempre las mismas rocas, siempre las mismas formas.

En cuanto á la América, la formacion basáltica, dice Humboldt, es poco importante, en comparacion á la formacion traquítica, en las cordilleras de Méjico, de la Nueva Granada, de Quito y del Perú; se manifiesta principalmente sobre las es planadas ó en los valles.

Formacion Traquítica.

La naturaleza feldspática de las traquitas, sus formas macizas, sus variedades, las tobas y conglomerados de que estan acompañados dan á esta formacion un aspecto enteramente diferente de la precedente.

Ademas, las rocas traquíticas afectan generalmente una tendencia á aglomerarse, para constituir grupos montañosos que forman las partes mas elevadas de los paises en que se encuentran, disposicion que contrasta con la de los basaltos que hemos visto tender al contrario á desparramarse y diseminarse sobre grandes superficies. De aquí resulta un carácter de espesor y de continuidad muy distinto. La anterioridad de las traquitas á los basaltos está demostrada por un gran número de sobreposiciones en los paises que encierran las dos formaciones, tales como la Francia central, el Siebengebirge, los Andes, &c. Las escepciones no son mas que hechos accidentales que resultan de la reaparicion de las rocas traquíticas despues de las primeras emisiones de basaltos. En cuanto á su edad geognóstica relativamente á la serie sedimental, se han mirado largo tiempo las emisiones traquíticas como enteramente anteriores al terreno terciario, como se verifica en Hungría;

pero las traquitas de la Francia central, que cubren y han dislocado muchas veces las calizas y las margas de agua dulce de la formacion superior; las de los montes Euganeos que han atravesado una caliza tosca terciaria demuestran que, si las erupciones de esta formacion han comenzado durante la serie de los terrenos secundarios, se han prolongado durante todo el período terciario.

El terreno traquítico constituye en la Francia central los grupos ó acumulaciones de los Montes Dores y del Cantal, y las cúpulas aisladas de las montañas Domíticas y la cordillera oriental del Velay, que no son mas que el desenvolvimiento de dos especies de rocas particulares, las domitas y las fonolitas. Estos dos grupos son por otra parte independientes por su posicion, pues estan separados por una comarca granítica, pero se aproximan por su composicion, y por la union de los basaltos muy esparcidos alrededor de ellos. La traquita es la roca dominante, forma la parte central con tobas y conglomerados aun mas desenvueltos, al paso que las pendientes esteriores estan casi esclusivamente compuestas de rocas de acarreo cubiertas de lavas basálticas. Las fonolitas se muestran tambien en algunos puntos, pero como subordinadas á las traquitas, al contrario de lo que sucede en la cordillera del Velay.

No hay formacion alguna ígnea que encierre tantas variedades de rocas como la formacion traquítica; porque, prescindiendo de todo lo que sea roca de agregacion, las traquitas, acompañadas de escorias y de cenizas, se presentan bajo los aspectos mas diversos. En efecto, á las variaciones ilímitadas y de color que ofrece la pasta compacta, ampollosa, escorificada, negra, roja ó blanca, es preciso añadir las que pueden resultar del grandor y del número de los cristales de feldspato, de su es-

tado vítreo, en frita ó litoídeo, y de su asociacion con otras sustancias diseminadas. Las obsidianas y las fonolitas aumentan todavía la serie de las rocas que se pueden llamar las lavas de la formacion, aunque sus formas macizas tengan muchas veces poca relacion con las formas de las corrientes de las lavas modernas y basálticas. Las rocas vidriosas no ocupan en Francia sino localidades muy circunscritas; pero las fonolitas adquieren un desenvolvimiento considerable, y parecen por su edad posterior á las traquitas y su concentracion en sitios particulares, tender á aislarse en una subformacion distinta.

Las traquitas estan acompañadas de rocas de agregacion cuyo espesor es considerable. Este espesor de las rocas de agregacion seria muy dificil de esplicar, si todas proviniesen de las porciones arrancadas á las traquitas; pero una parte debe sus materiales á erupciones directas de materias pulverulentas y mas ó menos escoriaceas, y aun parece resultar de algunas observaciones, que la fuerza volcánica ha arrojado y amontonado trozos de traquitas, de magnitud variable en ciertos puntos en que se les encuentra sin apariencia de haber sido removidos por las aguas. Estos productos de la accion volcánica inmediata se han mezclado en seguida á las porciones de toda especie. Así se encuentran asociados á las brechas, á los conglomerados heterogéneos, rocas esclusivamente de acarreo, que contrastan con las que resultan de deyecciones acumuladas que se pueden mirar muchas veces como en situacion.

La cordillera de Siebengebirge es un grupo de montañas traquíticas situado en las orillas del Rhin, cerca de dos leguas mas arriba de Bona, (*Bonn*). Es una aglomeracion ó conjunto irregular de montañas redondeadas, poco variadas de forma y altura, entre las que se dis-

tinguen principalmente siete cimas; esto es lo que ha hecho dar el nombre de siete montañas (*siebengebirge*). El Drachenfels, que es la montaña mas aparente aunque no la mas elevada, domina el Rhin por una vasta escarpa, cuyo pie se esplota, y se compone de traquita blanca, caracterizada por gruesos cristales de feldspato vidrioso.

En Hungría las rocas principales de la formacion traquítica que allí forma cinco grupos estensos y de espesor son: 1.° traquitas; 2.° pórfidos de base de feldspato compacto, designados con el nombre de pórfidos traquíticos: 3.° rocas vidriosas ó vítreo-lit oideas, que todas son variedades de perlitas; 4.° pórfidos arcillosos mas ó menos silíceos, siempre muy celulosos, designados con el nombre de pórfidos molares; 5.° rocas de agregacion.

Las traquitas forman sobre la cima de los Andes una banda á través de la cual han pasado los volcanes actuales. Cada cúpula traquítica presenta rocas diferentes, segun que uno de los elementos predomina en la masa cristalina. La mica negra es bastante característica de las traquitas del Cotopaxi, porque es rara en las demas masas. El anfibol domina en las traquitas, muchas veces negras del Pichincha y de la Antisana, y en las del antiguo volcan de Jana-Urcu; la piroxena es la dominante en la region inferior y media del Chimborazo. El feldspato litoideo y lechoso abunda en las traquitas blancas del cerro de Santa Polonia y se encuentra feldspato litoideo y vidrioso en las traquitas del Chimborazo, y en ciertas variedades negras y vidriosas de Jana-Urcu.

Por lo demas, el conjunto mineralógico de la formacion es el mismo que en las comarcas y regiones precedentes.

TERRENO PORFÍRICO.

Es dificil establecer relaciones cronológícas entre las diversas rocas que hemos indicado como constituyentes del terreno porfírico. Los trapps caracterizan á la Escocia; las ofitas á los Pirineos; en los Alpes occidentales, son las rocas serpentinosas; los meláfiros en los Alpes orientales, y hay muy pocos parages donde se encuentre un desenvolvimiento simultáneo de estos diversos términos. Los pórfidos hacen sin embargo escepcion, por que se encuentran casi por todas partes; pero se presentan en condiciones geognósticas de tal modo variadas que no se puede deducir ningun hecho, sino que son los pórfidos los que parecen formar la transicion al terreno granítico. Las ofitas que, en los Pirineos son posteriores al terreno terciario, pueden considerarse como colocadas á la otra estremidad de la serie de los términos del terreno porfírico.

Las ofitas constituyen montecillos aislados redondeados, generalmente colocados al pie de la cordillera de los Pirineos ó en los valles.

Esta roca, que no es como ya hemos dicho, sino una especie de pórfido anfibólico, no parece haber llegado líquida á la superficie; no ha corrido y se ha elevado probablemente en masas pastosas por anchas escavaciones. La posicion relativa de las masas de ofita depende mucho de circunstancias locales; porque su frecuencia en toda la parte occidental de los Pirineos, ha hecho presumir á algunos que esta roca forma el fondo del suelo, y se encuentra por todas partes á corta profundidad; las numerosas masas de yeso y de sal gema de los Pirineos, parecen ser una consecuencia inmediata de la presencia de las ofitas. A medida que uno se acerca á las ofi-

tas, las calizas generalmente compactas y astillosas se vuelven crístalinas y en parte dolomíticas. Hácia los planos de contacto se hacen cariadas y cavernosas, pues una parte dura y cristalina empasta partes terrosas y aun deleznables. Estas calizas cavernosas acompañan siempre á las masas yesosas. La sal gema se encuentra frecuentemente con el yeso y la ofita; su presencia se revela por las numerosas fuentes de aguas saladas que salen diferentemente de una ó de la otra roca.

Las rocas serpentinosas de los Alpes estan desenvueltas en una escala aun mas considerable que las ofitas de los Pirineos: constituyen filones, masas intercaladas enormes, y la energia de las modificaciones que han hecho esperimentar á los terenos á través de los que han salido, es proporcionada á su espesor. En efecto, todo el terreno jurásico de los Alpes, cuya composicion anómala hemos demostrado, debe en gran parte esta composicion á las alteraciones que le han hecho esperimentar las rocas sepentinosas. La analogía pues de estas modificaciones con las que las ofitas han determinado en los Pirineos, es tanto mas notable, cuanto que concuerda con una identidad casi completa de las sustancias accidentales. Así por una parte el hierro oxidulado, las piritas citadas en las ofitas, constituyen en las rocas feldspáticas y talcosas de los Alpes masas considerables; y por otro lado los depósitos salíferos parecen resultar en el terreno jurásico de influencias análogas á las de las ofitas en el terreno cretáceo de los Pirineos.

Las rocas serpentinosas de los Alpes son muy diversas; y forman una serie continua de variedades compactas, porfiroideas y aun granitoideas, de feldspato casi puro, ó rocas untuosas como el talco.

La serpentina, la eufótida, la variolita son los tipos mas generales y quizá la protogina del Monte Blanco,

forme parte de esta serie. Las eufótidas y las variolitas, susceptibles de un hermoso pulimento son muy estimadas como piedras de ornamento.

Las rocas compactas, de colores generalmente oscuros y de composicion incierta, que hemos designado con el nombre de trapp, y que los ingleses llaman tambien whinstone, toadstone, &c., presentan caractéres enteramente distintos de los que son comunes á las rocas ígneas antiguas. Estos caractéres particulares resultan de la grande fluidez que parece haber tenido generalmente; lo que reunido á su naturaleza mineralógica, las asemeja en parte á los basaltos. Como ellos forman capas, pero todavia de mas espesor y mas estensas; como ellos, han sido inyectadas en las roturas, cavidades y grietas del suelo, y se pueden seguir los filones y los diques que han formado á través de provincias enteras; como ellos, se han acumulado encima de los orificios de erupcion, y se han intercalado entre las capas de los terrenos estratificados que han atravesado. La Escocia y la Inglaterra septentrional nos presentan todos estos fenómenos en una escala mucho mas considerable que las comarcas basálticas, y la inmensa cantidad de las materias arrojadas, las quiebras enormes, las perturbaciones con que estan relacionadas estas emisiones, nos las representan como uno de los hechos ígneos mas notables.

La composicion de los trapps es variable en la proporcion de los principios constituyentes, unas veces son negros como el basalto, otras azul-negruzcos ó verde-negruzcos; despues pasan á la dolerita, á las amigdaloideas con núcleos silíceos, calizos ó zeolíticos, y aun al feldspato compacto (leptinita ó fonolita). Ademas de estas variaciones, hay otras que parecen resultar de la descomposicion; tales son las wackas, y aun las argilolitas (*claystone*) que les acompañan muy frecuentemente.

La salida de las masas trapeanas tan desenvueltas como las de Escocia, Inglaterra y Hebridas, no ha podido verificarse sin grandes dislocaciones en las rocas presistentes. Estas dislocaciones afectan las formas mas variadas; unas veces las capas atravesadas estan inclinadas ó enteramente al reves, ó de tal modo fracturadas que se encuentran trozos que tienen frecuentemente muchos millares de metros cúbicos embutidos en el trapp. Una de las mas célebres de estas perturbaciones, porque se notó de las primeras, y citada en apoyo del orígen ígneo de los trapps, es la que se observa en el peñasco sobre que está el castillo de Stirling.

El meláfiro ó pórfido piroxénico ha sido caracterizado como una roca y se ha dado como tipo de ella las rocas negras del Tirol, que han trastornado las calizas secundarias y los pórfidos rojos. Los caractéres distintivos de estas rocas son: la frecuencia de los cristales diseminados, la rareza del cuarzo y la falta de peridoto. Sin embargo no son pórfidos de base de piroxena, porque la pasta á pesar de su color oscuro contiene todavía mas feldspato que piroxena.

Los meláfiros son esencialmente macizos, y su salida á la superficie ha sido acompañada de grandes perturbaciones en las rocas atravesadas, que, en el Tirol, son sobre todo los gres rojos con los pórfidos rojos cuarcíferos, que les acompañan tan frecuentemente, y la caliza jurásica. Sus posiciones anómalas bastan para demostrar su formacion por espansion de abajo arriba, y Buch piensa que todos los Alpes de Tirol deben en gran parte su relieve á su salida de los meláfiros.

El valle de Fassa, donde los meláfiros abundan, es muy notable por las formas estravagantes de las rocas calizas cortadas á pico que se encuentran en él á cada paso. Estos peñascos, ordinariamente de una blancura

brillante, estan compuestos de dolomia deleznable, granuda, accidentalmente cristalina; acompañan á los meláfiros y parece deberse considerar como resultantes de su influencia modificadora sobre las calizas no estratificadas, y tanto mas que cesan de mostrarse y son reemplazados por calizas conquíferas, compactas y estratificadas en cuanto el meláfiro desaparece.

Los pórfidos feldspáticos y cuarcíferos constituyen el término mas desenvuelto, y el mas frecuente del terreno porfírico. Muy pocas regiones montañosas hay donde no se encuentren pórfidos, ya en delgados filones, ya en masas, cuando el suelo de estas regiones es mas antiguo que el terreno peneo. En las cordilleras de los Andes, esta formacion de los pórfidos es mas desenvuelta que en ninguna otra parte.

Los pórfidos se estienden en ella, siguiendo el meridiano, en una lonjitud de 2500 leguas. Estos pórfidos, en parte ricos en minerales de oro y de plata, estan las mas veces asociados á las traquitas que les dominan, y á través de las que obran todavía las fuerzas volcánicas; les caracterizan por una parte por la falta casi total de cuarzo; por la otra la existencia del feldspato vidrioso y del anfibol, por cuyo medio estos pórfidos pasan á las traquitas y á las dioritas. Los pórfidos mejicanos presentan, en efecto, el feldspato comun y el feldspato vidrioso en cristales laminosos, anchos y adelgazados. El cuarzo, cuando se manifiesta, no está en cristales bipiramidales como de ordinario, sino en pequeños granos informes. La mica falta totalmente, al paso que el anfibol y aun algunas veces la piroxena, existen en grande abundancia. Estos pórfidos son esencialmente de mucho espesor y acompañan á muchos filones metalíferos. En cuanto á sus pormenores geognósticos, los datos faltan totalmente;

pero la conexion íntima y frecuente que presentan con las rocas traquíticas que le dominan, su predominio sobre las dioritas, las espilitas y las rocas serpentinosas, que no parecen sino subordinadas, y con las que estan ligados por pasos multiplicados, conducen á mirarlas como abrazando todo el terreno porfírico, y constituyendo una serie de emisiones durante una gran parte del período.

Hasta aquí las masas ígneas del terreno porfírico han sido mucho mas bien estudiadas bajo el aspecto de sus caractéres y de sus variaciones mineralógicas, que relativamente á su composicion geognóstica. Así, aun estableciendo distinciones entre las rocas talcosas, anfibólicas, piroxénicas, feldspáticas que representan este terreno en los Alpes occidentales y orientales, en los Pirineos, la Francia central, los Vosgos, la Selva Negra, la Sajonia, el Hartz, la Hungría, la Transilvania, el Cáucaso, el macizo escandinavo, la Groenlandia, las islas Británicas, la cordillera de los Andes, resta saber si hay alguna laguna geognóstica donde las rocas talcosas no existen, ó donde las rocas anfibólicas escluyen las rocas piroxénicas y recíprocamente; y si hay un órden de sucesion constante entre estos diversos términos.

Como ya lo habia dicho Humboldt, hace mucho tiempo que se ha reconocido que en los dos mundos masas cristalinas, compuestas de feldspato y anfibol, ó de feldspato y piroxena (y se pudiera añadir ó de feldspato y talco, ó feldspato solamente), oscilan entre el terreno volcánico, el gres rojo, y el terreno de transicion; pero no se han podido todavía reunir bastantes datos para averiguar si las emisiones continuas de una sola de estas series mineralógicas podian haber llenado todo el período geognóstico, ó si habia alguna laguna cuando algunas de ellas no se presenta.

TETRENO GRANÍTICO.

Los granitos y las sienitas de Suecia y de Noruega, posteriores á calizas muy bien caracterizadas como de transicion, han formado el primer núcleo del terreno granítico. Despues otros parages han presentado fenómenos análogos, y las esplotaciones hechas en los Alpes, Pirineos &c. no han dejado duda alguna sobre la generalidad de las emisiones graníticas, posteriormente á los depósitos sedimentales regulares.

De allí ha resultado el desmembramiento de lo que se ha llamado terreno primitivo, y como las investigaciones de los geólogos tienden continuamente á separar alguna masa de este terreno, es probable que acabará por reducirse considerablemente, aumentándose el terreno granítico á sus espensas. Y, en efecto, las modificaciones observadas en tan grande escala, al contacto de las rocas ígneas, pueden dar el aspecto enteramente primitivo á depósitos de transicion y suprimir los restos orgánicos; de suerte que con el tiempo se podrá preguntar si la corteza superficial, formada por la primera precipitacion de las aguas y por las emisiones ígneas antes de la existencia de todo ser orgánico, está realmente á descubierto en algun punto del globo.

Los granitos y las sienitas circonianas de la Noruega estan en conexion con los pórfidos, con los que se les vé muchas veces en contacto. Así en Skiallebjerg algunos filones porfíricos y trapeanos, que tienen de cuatro ó treinta metros de espesor atraviesan los esquistos y las calizas, y preludian el desenvolvimiento de las rocas porfíricas y graníticas. En los alrededores de Skeem y de Holmstrand, la caliza de transicion, asociada á cuarzos compactos, está cubierta por las sienitas.

En su estado normal, las sienitas noruegas estan principalmente compuestas de muchos cristales grandes de feldspato rojo ó amarillento, y de anfibol en cristales muy pequeños. La mica y el cuarzo estan muy diseminados, y las mas veces son puramente accidentales, de suerte que hay tránsito á las dioritas. En Cristianiafiord, las sienitas son notables por la multiplicidad de pequeñas cavidades, y la estructura cavernosa y agrietada, poco comun en estas rocas. Estas circunstancias de estructura parece que estan en conexion con la frecuencia de circones.

Posteriormente á estas esploraciones en los granitos y sienitas de Noruega, evidentemente derramadas con posterioridad á los depósitos sedimentales, se han reconocido en el Tirol meridionál masas de granitos y de sienita porfiroidal, igualmente intercaladas en terrenos sedimentales y que segun su espresion, parecen desbordar del gres rojo en la formacion caliza superior. En el valle de Fiemme, donde se encuentran estas rocas graníticas, se ha visto la intercalacion del granito en las calizas y grandes fragmentos de estas estar rodeados de aquel.

Los granitos del Oisans, estan sobrepuestos al terreno jurásico y cretáceo; ademas, la manera con que las antiguas rocas cristalinas se apoyan sobre las rocas sedimentales jurasicas y cretáceas; las modificaciones que se presentan al contacto de estas, la forma marcada y de las masas que constituyen, se reunen para dar la prueba y el límite del estado de blandura, ó de enfriamiento imperfecto en el que estas rocas se encontraban todavía cuando han salido á la superficie del suelo. Estas diversas circunstancias, prueban que las rocas graníticas no estaban reducidas al estado de masas frias ó inertes, cuando se han verificado las sobreposiciones al terreno jurasico, y demuestran que estas rocas deben considerarse como rocas íg-

neas cuya emision es posterior á este terreno.

Los granitos delos Pirineos, ofrecen condiciones de posiciones y relaciones mineralógicas no menos curiosas que las que acaban de indicarse. Masas granitoidales se encuentran intercaladas en capas calizas, donde necesariamente han de haberse introducido bajo la forma de filones. Por consiguiente hácia los puntos de contacto se han producido alteraciones muy marcadas; las calizas se han cambiado en mármoles y dolomias, y los minerales de hierro tan abundantes en esta cordillera, parecen igualmente deberse atribuir á las reacciones que se han efectuado á consecuencia de la salida de los granitos.

Si se añaden á estos hechos los que resultan de las intersecciones tan frecuentes de las capas sedimentales por filones de granito, no se estará muy distante de mirar los granitos, sienitas, leptinitas de los Vosgos y de la Selva Negra, las dioritas de Córcega, los granitos y sienitas de Harz, &c. como posteriores á las rocas de transicion, y aun quizás á los depósitos mas recientes que dominan. Dejándose guiar por sus analogías, se veria uno inducido á clasificar en el terreno granítico la mayor parte de las rocas cristalinas antiguas que forman el punto central y dominante de las elevaciones del globo, y que aparecen como el centro del levantamiento y de las alteraciones de las rocas preexistentes.

Apenas hay parages donde dominan las rocas antiguas, que no presenten un gran número de centros cristalinos. Ya hemos citado los Vosgos, la Selva Negra, la Córcega, &c.; ahora podemos añadir el Cornuailles, el pais de Galles, la Groenlandia, el Erzgebirge y los grupos de montañas de la Alemania central, Hungría, el Caúcaso, el Asia menor, la península del monte Sinai, cuyas sienitas pasan á las rocas negras y compactas del grupo trapeano, y se escorifican como ellas una par-

te de las rocas graníticas americanas, sobre todo las que aparecen en colinas salientes y redondeadas, como masas tuberculosas que el globo hubiera desechado, se deben evidentemente asimilarse á los granitos y sienitas de la Escandinavia. En resúmen, el terreno granítico nos presenta las emisiones de las rocas ígneas, continuándose del período secundario, al de transicion, y yendo á confundirse en esta época incierta, en que los granitos parecen aislarse mas y mas, de modo que conducen á un nucléo igneo que formaria una corteza general debajo de los primeros depósitos sedimentarios.

Las rocas de los terrenos ígneos no son estériles para la industria puesto que las serpentinas y el pórfido, es verde de Córcega se emplean en la arquitectura apesar de su dureza, y el basalto se usa como piedra de construccíon; tambien se encuentran agatas, calcedonias cornarinas, ópalos de los mas bellos reflejos, el peridoto olivino algunos corundos, obsidianas, pomez, puzolanas, &c.

Los terrenos ígneos y mas particularmente los volcánicos, que no ocupan las mas veces sino espacios muy circunscritos cubren algunas veces vastos paises. Su cultivo ofrece entonces muchas variaciones, pero en general son poco fértiles lo que se debe sin duda atribuir á la falta ordinaria de caliza y mas todavía al grave defecto que tienen de no retener el agua en la superficie del suelo. Efectivamente estas rocas son las mas veces porosas, celulosas y resquebrajadas al modo del granito, y presentan las mismas probabilidades y causas de esterilidad. En fin, estas rocas son algunas veces ásperas y enteramente áridas: sin embargo los productos volcánicos forman ordinariamente cerros y montecillos poco separados, asi el pais se encuentra naturalmente cruzado por numerosos valles muy irregulares, en los que las aguas acarrean limo abundante que destruye la

permeabilidad del suelo y le hacen apropiado para diversas suertes de cultivo.

GEOGENIA,

Ó BREVE HISTORIA DE LAS REVOLUCIONES DE LA TIERRA.

Cuando movido el hombre de ardiente deseo, quiso remontándose en la noche de los tiempos investigar qué eran en la primera edad de la naturaleza los cuerpos celestes que en el espacio brillan, qué era la tierra misma, y cuáles fueron las revoluciones ó fases por las que ha llegado al estado en que la vemos hoy dia, inventáronse infinitas hipótesis y numerosas teorías, mas ó menos probables, mas ó menos racionales ó ridículas. Empero, todas ellas cualesquiera, que sean, pueden reducirse relativamente á nuestro planeta, á dos sistemas geogénicos en los que se reconoce un estado de blandura ó de fluidez primitiva.

En uno de estos sistemas, que ha dominado largo tiempo en Alemania, llamado *neptuniano* porque todo en él se hace depender de la influencia de las aguas, se nos representa el globo como una masa sólida hasta el centro, fria é inerte y formada de abajo arriba por depósitos acuosos. Segun este sistema el estado de fluidez antiguo, resultó de la mezcla de la porcion sólida con el agua que tenia en disolucion todas las partes disolubles y formaba una especie de lodo espeso con las partes indisolubles. En semejante hipótesis, cuyas aplicaciones ninguna sostiene un exámen serio, las desigualdades del suelo no se esplican fácilmente. Porque aunque se suponia que las sustancias no disueltas se habian depositado por la diferencia de pesantez específica, las capas hubieran debido entonces formarse uniformemente; las materias mas pesadas primero, las mas ligeras en seguida, y todo ser

cubierto de la masa de agua que despues tendria que haberse disminuido sucesivamente, sin poderse decir lo que se hizo de ella. Las desigualdades del suelo resultarian de esta desaparicion de la mayor parte del agua, que por su evaporacion habria dejado cristalizar las materias que contenia en disolucion, pero de modo que se produgesen las elevaciones considerables que constituyen ahora las islas, los continentes y las cordilleras de montañas que las atraviesan; en fin, las capas inclinadas y verticales se habrian formado como las materias que se adhieren á las paredes verticales de los vasos llenos de líquido que contienen sustancias en suspension. Pero basta comparar las masas de agua, y de las materias terrosas y metálicas que entran en la composicion del globo, para destruir este sistema. Entonces se verá que todas las aguas no esceden de $\frac{1}{10000}$ parte del peso total de la tierra, y por consiguiente cualquiera que fuese el disolvente de que se quisiese suponer activada esta masa de agua, es inadmisible que jamas haya podido disolver una masa lo menos diez mil veces mayor de piedras y de metales. La utílidad pues de este sistema queda reducida á los estrechos límites de esplicar la formacion de las capas superficiales, compuestas de sedimentos consolidados, de restos aglomerados y de despojos orgánicos, que constituyen casi enteramente la cubierta escesivamente delgada que forma los terrenos de sedimento.

Mas general y completo el sistema opuesto, esplica satisfactoriamente la fluidez primitiva de la masa del globo, como un efecto de la accion, del calor, que tenia la materia sólida que la compone en estado de fusion y el agua en el de vapor formando una atmósfera de una altura pródigiosa.

Ya en otro tiempo el espíritu de sistema habia supuesto la existencia del fuego central. En el dia está su-

posicion nos parece una cosa probada por el estudio exacto y profundo de fenómenos de órdenes bien diferentes, y ciertamente no se puede creer que sea efecto de pura casualidad el que la Física, la Mecánica Celeste y la Geologia lleguen al mismo término siguiendo caminos tan diversos. Así la suposicion de un fuego central del que se encuentran vestigios en la Mitologia de casi todos los pueblos, que no ha comenzado á tomar alguna consistencia hasta el descubrimiento de las leyes del sistema del mundo, y que Descartes, Halley, Leibnitz, Mairan, Buffon sobre todo, y otros muchos filósofos de los tiempos modernos habian adoptado, presenta ya los caractéres de un principio real y fundamental.

En efecto, demostrada plenamente la existencia de una temperatura interior independiente de la influencia de los rayos solares, incontestablemente propia de la tierra y que aumenta rápidamente con las profundidades, y fortificadas estas verdades con las inducciones sacadas de su forma esferoidal, aplanada por los polos y engrosada hácia el ecuador, de la mayor densidad de su masa interior, de la escasa cantidad de agua que contiene relativamente á los elementos terrosos y metálicos y que nunca ha podido ser mucha mas, y de la consideracion de los fenómenos volcánicos que solo pueden ser producidos por una causa general, se puede deducir de que muy probablemente ha gozado el globo terrestre, antes de tomar su figura esferoidal, de una fluidez, debida al calor inmenso, y que subsisten todavía en el interior de la tierra materias que tienen por su naturaleza una estrema densidad; lo que da alguna verosimilitud á la hipótesis antigua de Halley, en la que atribuia la accion magnética de la tierra á una masa irregular de hierro metálico que gozaba de un movimiento particular de revolucion en el centro.

Esposicion y creacion de los mundos.

La tierra, nuestro sistema planetario, nuestro sol que nos parece tan grande, las estrellas, de las que algunas son todavía mayores, y de las que estamos separados por tan prodigiosas distancias, lo que está mas allá de las estrellas, todos los cuerpos en fin estan sembrados con vastos intervalos, y como puntos en un mar sin riberas, que surcan sin cesar los rayos luminosos.

Considerando primero el sistema solar á que nuestro planeta pertenece, veremos que el sol que nos ilumina y nos rige, gira sobre su eje, tiene su superficie cubierta de un mar de materia luminosa y obliga á los planetas subordinados á su fuerza atractiva y á los satélites que circulan al rededor de ellos, á describir órbitas casi circulares, cuyos planos estan inclinados al ecuador solar. Un gran número de cometas se aproximan al sol, le envuelven en su rumbo celeste, se alejan en seguida á inmensas distancias y atraidos de nuevo hácia él por la fuerza á que obedecen, manifiestan á que lejanía de este astro se estiende el imperio que ejerce su enorme masa. Los cometas dirigen su curso al rededor del sol, no solamente describiendo órbitas muy prolongadas, sino adelantándose en planos muy variados y en diversos sentidos unos casi opuestos á los otros. Pero los planetas y sus satélites se mueven todos de oriente á occidente, y giran en la misma direccion sobre sí mismos. Los satélites cuya rotacion se ha reconocido, ejecutan este movimiento en el mismo tiempo que su revolucion se verifica al rededor de su planeta principal, de modo que presentan constantemente el mismo hemisferio á este planeta, al cual estan sometidos.

Pero si salimos por el pensamiento del sistema solar,

y si dirijimos nuestros telescopios hácia los imperios siderales que rodean nuestro sistema, percibiremos muchas estrellas que esperimentan en su color y en su claridad mutaciones periódicas. Se diria que presentan grandes manchas que su rotacion hace desaparecer alternativamente. Otras estrellas se han mostrado repentinamente y en seguida han desaparecido despues de haber brillado con una viva luz.

Sin duda los cambios esperimentados por estos globos celestes han debido ser bien grandes para observarse tan distintamente á la distancia que se hallan de nuestro planeta. Pero tal vez todos estos astros no deben considerarse como los únicos que se han hecho invisibles, sino que probablemente hay diversos sistemas solares de cuerpos oscuros tan voluminosos y aun quizá tan numerosos como las estrellas resplandecientes. Sin embargo, algunos de los grupos en que las estrellas centellantes parecen reunidas, cuando se los descubre desde la tierra, encierran millares de astros.

Las estrellas que pertenecen á la vasta reunion que rodea el cielo y forma lo que se llama *via lactea*, parecen cuando se las busca con el telescopio sumidas en una profundidad tan grande que no se ha titubeado en mirarla como alejada mil veces mas que la estrella llamada *Sirio*, de modo que la luz, cuya velocidad nos han dado á conocer las observaciones de nuestro sistema solar, debe emplear un gran número de siglos para llegar desde la superficie de estos astros hasta la órbita del planeta que habitamos, y que por consiguiente, si se apagasen algun dia estos, siglos numerosos deberian transcurrir antes que su brillo cesase de impresionar nuestra vista.

Los astrónomos no dudan que muchas nebulosas son grupos de un gran número de estrellas, y ¿quien puede asegurar que estas estrellas que parecen tocarse

y aun confundirse no sean soles separados por intérvalos inmensos y rigiendo cada uno por su fuerza atractiva, un imperio tan estenso como el de nuestro sol? La imaginacion se pierde y anonada en medio de estos miles de mundos, y no se sabe poner límites al universo.

Fenómenos de un órden diferente pero probados por la observacion, parecen existir tambien, pues se han visto dos estrellas muy próximas en la apariencia, girar una al rededor de la otra de un modo bastante sensible para que se haya podido determinar la duracion de sus revoluciones. Otras observaciones de los astrónomos parecen indicar un movimiento general de la totalidad de nuestro sistema solar, así como de muchas estrellas hácia la constelacion de Hércules, y con arreglo á estas mismas observaciones, los movimientos aparentes de aquellas serian efectos combinados de su propio movimiento y el de nuestro sol.

El universo entero estaria pues en un admirable movimiento. Los satélites circularian al rededor de sus planetas, los planetas al rededor de sus soles, y estos soles radiantes y poderosos girarian en torno de uno ó varios centros ó focos, que resultasen de las relaciones de sus masas y distancias, igualmente que de las distancias y masas de los cuerpos que les siguen en su curso maravilloso. En estos espacios pues incomensurables, que tienen un estado termométrico estable resultante de la irradiacion de todos los astros, y cuya temperatura de 50 grados — 0 seria un frio escesivo para nosotros, se prosiguen sin cesar las creaciones de los mundos, pues además de las aglomeraciones de una materia fosforescente y luminosa por sí misma que se divisa en las regiones inmensas de los cielos, ya bajo la forma de una niebla ó de nubes de figuras caprichosas, ó como impelidas por los vientos, Herschell ha visto, en algunas de estas aglomeraciones de la mate-

ria nebulosa, débilmente condensada al rededor de uno ó muchos núcleos, poco brillantes, como una atmósfera cometaria. En otras aglomeraciones los núcleos brillan mas relativamente á la materia nebulosa que los rodea. Llegando á separarse las atmósferas de cada núcleo por una condensacion mayor, resultan núcleos brillantes muy próximos unos á otros, rodeados cada uno de una atmósfera. Sin duda condensándose la materia nebulosa de una manera uniforme, por su propia gravedad, produce los núcleos que se llaman *planetarios*, y aumentando siempre la condensacion, transforma todos estos núcleos en *estrellas*.

¿Debemos ver en estos fenómenos la historia del orígen de los astros? Escuchemos á Laplace y oigamos lo que dice este famoso geómetra. Las nebulosas, dice, indican con *estrema verosimilitud* su trasformacion futura en estrellas y el estado de nebulosidad de las estrellas existentes. Así se desciende por el progreso de la condensacion de la materia nebulosa á la consideracion del sol rodeado en otro tiempo de una vasta atmósfera; á cuya consideracion se ha remontado por el exámen de los fenómenos del sistema solar.

En efecto, buscando Laplace la causa primitiva de los movimientos de los planetas de nuestro sistema solar, habia demostrado que esta fuerza debiendo abrazar todos los cuerpos planetarios de este sistema separados unos de otros por grandes distancias, no podia ser sino un fluido de inmensa estension; este fluido, añadia, no ha podido darles un movimiento casi circular alrededor del sol en la direccion del movimiento de rotacion de este astro y dirigido casi en el plano del ecuador solar; sin tener él mismo un movimiento semejante, rodeaba pues al sol como una atmósfera ó mas bien todo él era gaseoso. Asi la consideracion de los movimientos planetarios nos

conduce á pensar que en virtud de un calor escesivo la atmósfera del sol se ha estendido primitivamente mas allá de las órbitas de todos los planetas y que se ha reducido sucesivamente á los límites actuales. Si los planetas hubiesen penetrado profundamente en esta atmósfera, su resistencia les hubiera hecho caer en el sol: se puede pues congeturar que han sido formado en sus límites sucesivos, por la condensacion de las zonas de vapor que han podido formarse de la misma manera que por la condensacion de las atmósferas planetarias, y aun parece difícil asignar otro orígen al anillo de Saturno.

Este modo de esponer la formacion de los planetas y de esplicar sus movimientos, tiene mas analogía que lo que se pudiera creer con la hipótesis de Buffon. En lugar de una vasta atmósfera solar, cuya condensacion sucesiva ha formado los planetas y sus satélites, á los que imprimia su movimiento un fuerte cometa que cae en el sol, le hiere en cierto ángulo y desprende masas de materia líquidada, las que obedeciendo á la impulsion que las ha lanzado y á la atraccion solar, á lo que segun él no pueden sustraerse, recibieron los movimientos de rotacion que presentan ahora los planetas y empezaron á describir al rededor del astro que los domina, la elipse que siguen desde época primordial con una admirable regularidad y perdiendo sucesivamente una gran parte del calor de que estaban penetrados. (Lam. IV. fig. 3.)

A la mezcla de tierra, agua, aire y fuego producto de una atmósfera solar condensada ó lanzada fuera del cuerpo del mismo sol, es á lo que los orientales llamaban elementos *sutiles* y los griegos *cabos*. Parece tambien que los sacerdotes Egipcios, los depositarios de la ciencia de los tiempos antiguos, admitian la condensacion de la materia luminosa en estrellas y Moisés, el

libertador y legislador de los Hebreos, dice al principio del libro del Génesis que el primer *dia* de la creacion, esto es, en la primera *época* (porque en hebreo la misma palabra significa dia y un espacio cualquiera de tiempo) de esta creacion divina, Dios crió la luz y la separó de las tinieblas. El capítulo sesto del cuarto libro de Esdras, recordando esta gran circunstancia de la creacion da á esta luz separada de las tinieblas el nombre de luz luminosa (*lumen luminosum*).

No pudiera decirse que esta luz es la materia luminosa, cuya condensacion ha producido las estrellas, segun la opinion atribuida á los sacerdotes de Egipto y á la indicacion de Moisés; ! y cuan notable es que el autor venerado del Génesis haya escrito que solo al cuarto dia ó en la cuarta época el sol, la luna y las estrellas habian sido creadas! ¿ Se diria que Moisés habia querido indicar que el sol y los demas cuerpos celestes eran los resultados de la condensacion de esta materia luminosa en la primera época de la creacion?

Nos vemos pues inclinados á creer que la inmensa atmósfera luminosa y solar, perdiendo el calor estremo de que estaba penetrada, se ha encerrado sucesivamente en límites mas aproximados al sol, dejando en los espacios que abandonaba los planetas y sus satélites.

Examinando los planetas ya descubiertos, observaremos que considerados en razon de su volúmen, densidad, distancia al sol, número de satélites y período en que recorren su órbita, debieron ser producidos en el órden siguiente:

Nombres.	*Volúmen.*	*Densidad*	*Distancia al sol.*	*Satélites.*	*Recorre su órbita.*
Urano.	77, 5.	0020802.	19,1.	6.	30,0 00 dias.
Saturno.	887, 3.	0095684.	9,5.	7 y dos anillos.	10, 000.
Júpiter.	1470, 2.	0, 24119	5,2.	4.	18, 333.
Pallas.	Desconocido	Desconocida	2, 7	0.	1, 622.
Ceres.			2, 7	0.	1, 622
Juno.			2, 6	0.	1, 591.
Vesta.			2, 3.	0.	1, 395.
Marte	0, 2.	0, 930736.	1, 5.	0.	687.
Tierra.	1.	1.	1.	1.	365.
Venus.	0, 9.	1, 04701.	0, 7.	0.	224.
Mercurio.	0, 1.	2, 879646.	0, 3.	0.	88.

Mercurio pues es el último producto de la condensacion de la atmósfera luminosa que no existe ya sino muy cerca del astro moderador y que se estendia antes de la existencia de los planetas de nuestro sistema, á lo menos hasta el espacio en donde ha dejado á Urano y sus satélites. Urano y Mercurio son los dos signos notables que marcan en los cielos la estension inmensa recorrida por los límites de esta atmósfera acaso desde el orígen de los siglos hasta el fin de la formacion de nuestro sistema solar (1).

(1) Antes de dejar el sistema solar, se debe llamar la atencion sobre las densidades progresivas y las distancias proporcionales que guardan los planetas, conforme estan mas próximos al sol, y sobre el número de sus satélites en relacion á sus masas comparado con las densidades de la luna y del sol, porque de esta comparacion resultan reflexiones que confirman el orígen presente de estos planetas. No parece sino que diseminada en el espacio la materia gaseiforme luminosa hasta mas allá de la órbita de Urano, pero muy dilatada todavía por la accion del calórico, debió producir en primer lugar por su condensacion un planeta mayor que la tierra, porque la especie de esfera gaseosa que le correspondia era mas inmensa que la órbita que ahora recorre este último astro; mas como la materia estaba tan dilatada, su densidad fué mucho menor aun des-

Los planetas y sus satélites no son los únicos cuerpos que circulan en los imperios celestes, los cometas

pues de su enfriamiento. Sus satélites, que debieron formarse de la propia atmósfera de Urano en estado de bastante division, tienen con toda probabilidad una densidad menor que la de su planeta, porque la naturaleza en sus leyes sigue un plan uniforme y emplea la mayor sencillez en todas sus producciones. El mayor volúmen y densidad de Saturno, sus numerosos satélites y anillos dependen de la mayor condensacion solar, aunque distante de tender á la aglomeracion de todo en una masa. Lo mismo sucedia con Júpiter, que siendo mas voluminoso, solo tiene cuatro satélites, prueba de la mayor condensacion de la materia como lo indica su densidad, aunque en razon de su enorme masa debe tal vez encerrar mucho calor. Los cuatro planetas Pallas, Ceres, Juno y Vesta son sin duda fragmentos de uno mismo, como lo prueban el lugar que ocupan que viene á ser casi á una misma distancia respecto del sol y media entre Júpiter y Marte, el tránsito desde la gran masa de Júpiter á la pequeñez de estos, su falta de redondez, la casi igualdad de estension de sus órbitas y por consiguiente de tiempo de revolucion, el entrelazamiento de ellas que les hace venir á todos al mismo punto, lo que está enteramente arreglado á las leyes de la mecánica, y la grande inclinacion de sus órbitas sobre la eclíptica particularmente de Juno y Pallas comparadas con las de los demas planetas.

El hecho de la division de un planeta en fragmentos es posible; y todavía vemos en las revoluciones de la tierra y en los fenómenos volcánicos actuales, hechos que hacen este fenómeno muy verosímil, cuya fuerza de esplosion se ha calculado.

Disminuida considerablemente la atmósfera solar por la produccion de la masa imponente de Júpiter, el planeta del que se formaron los cuatro telescópicos debia ser mucho menor que este último, aunque no se puede saber de positivo, pues pudiera haber un sin número de fragmentos para nosotros invisibles y aun quizá algunos que se hubiesen trasformado en cometas, pero tendria mas densidad que Júpiter y menos que Marte, siendo de creer que si le acompañaban algunos satélites fuesen en cortísimo número. Sigue luego Marte, mas denso que Júpiter, pero mas pequeño que la tierra; lo que hace suponer

los recorren. Tambien Laplace los compara á las estrellas nebulosas y describen al rededor del sol curvas estremamente prolongadas. A medida que se aproximan á este astro, se presentan muchas veces rodeados de una atmósfera luminosa, ó arrastran por decirlo así una cola luminosa como su atmósfera y que se estiende algunas veces á una distancia inmensa. La materia de estas colas y de sus atmósferas es de tan grande rareza que no debilita sensiblemente el brillo de las estrellas que se ven al través de su sustancia.

Los cometas desaparecen en el cielo cuando su distancia á la tierra se ha hecho muy considerable. Si no salen del imperio solar, si no escapan á la atraccion del astro en cuyo rededor han girado, empiezan de nuevo al cabo de cierto número de años su curso hácia el sol, y vuelven á aparecer á los ojos de los observadores; pero si las diversas atracciones que esperimentan en su largo viage cambian la naturaleza de su curva, no se manifiestan otra vez sino con nuevos movimientos y nuevas apariencias, ó pasan del sistema que abandonaron á un imperio solar próximo, donde son sometidos á una nueva fuerza y giran al rededor de un nuevo sol.

Si como opina Lagrange y parece probarlo el ejemplo de los planetas telescópicos, puede haber esplosio-

acaso una gran perturbacion acaecida en la produccion de las masas descrecentes; despues nuestro planeta mas voluminoso y denso que Marte, y con un satélite de menor densidad que él (la Luna, cuya densidad es 0,715076); en fin Venus y Mercurio mas pequeños y densos pero sin satélites, porque siendo la densidad de la atmósfera solar ya muy escesiva, tendia á concentrarse en una sola masa; así es que á pesar de que la materia del sol debe estar incandescente, y una grande parte formando una atmósfera como lo indica la luz zodiacal, su densidad es mayor (0,23624) que la de Urano y Saturno ya enfriados, y casi igual á la de Júpiter, cuya superficie por lo menos no está incandescente.

nes en los astros por la accion del calor, que el paso del estado aeriforme de la materia al sólido habrá concentrado en su interior, transformandose unas veces los fragmentos en planetas y otras en cometas y si se agrega esta hipótesis á la de la condensacion de una atmósfera solar, que solo es aplicable á órbitas circulares ó casi circulares, se tendrá una teoría completa acerca del orígen de todo el sistema planetario, mas conforme á la naturaleza y á las leyes de la mecánica, al estado actual del globo y á las revoluciones de que presenta resultados importantes, que todas las que hasta aquí se han propuesto.

Primera época ó edad de la tierra.

La tierra, producto de la condensacion de la atmósfera solar, hallábase en los primitivos tiempos penetrada del calor mas vivo y pertenecia á la clase de los astros luminosos. Semejante á un globo de fuego giraba sobre su eje y recorria su ruta elíptica y anual. La materia que la componia estaba encandecida y en fusion, y su atmósfera ardiente y cargada de vapores, reflejando el incendio superficial como una aureola de fuego, se estendia en el espacio mas allá de los límites que ocupa hoy dia.

El tiempo, cuyos mas largos períodos son nada para la naturaleza, continuó en transcurrir, y quizá siglos numerosos se sucedieron; un nuevo dia y una nueva época del escritor sagrado acabó, y la atmósfera solar no dejó del alejarse de la tierra: una porcion de esta atmósfera ó mas bien de la tierra, brillaba ya en la luna, circulaba alrededor de la tierra y esperimentaba la influencia de su atraccion, como nuestro globo está sometido á la fuerza atractiva del sol. Sin embargo, nuestro planeta per-

dia una parte de su calor inmenso, y á medida que irradiaba una porcion del fuego que le animaba, una parte de las sustancias que este calor tan poderoso mantenia alejadas del centro del globo, comenzaron á aproximarse á él, en cuya direccion eran atraidas. Sus afinidades menos combatidas por el calor irradiante, empezaron á ejercer su accion productora.

La fuerza centrífuga que tiene su orígen en la rotacion del globo, combatia la tendencia hácia el centro de la tierra de las sustancias, cuyos elementos iban á reunirse y formar cuerpos sólidos, pero solo podia retardar los efectos de la atraccion y de las afinidades ó atracciones ejercidas á pequeñas distancias. Pero como esta fuerza centrífuga tiene toda su energía en el ecuador, la tierra que estaba encadencida y fluida, se elevó hácia este mismo ecuador, se deprimió en los polos, y presentó la forma de un esferoide aplanado en las regiones polares y engrosado en la línea ecuatorial.

La tierra debió presentar esta forma antes que el enfriamiento, la atraccion terrestre y las afinidades hubiesen precipitado los primeros depósitos y producido la primer costra del globo.

A medida que el enfriamiento continuaba, algunas de las sustancias de estos primeros depósitos se reunian en pequeñas masas mas bien que en otras, como sometídas á las atracciones y menos capaces de retener el fuego ó el calor. Estas formaron una primera cristalizacion mas ó menos confusa de la que todavía algunos productos parece han llegado á nuestras edades y constituian una costra sólida, cuyo espesor aumentaba sin cesar. Un gran número de materias segun el órden inverso de su volatilidad se condensaban, caian á tierra y se introducian en las hendiduras y grietas de su superficie, donde formaban filones; tales son un gran número de sus-

tancias metálicas que podemos reducir todavía con el fuego de nuestros hornos. Desde luego la atmósfera debia disminuir de estension á consecuencia de una menor dilatacion por el calor y de densidad por la precipitacion de las materias, por la misma causa bajo la forma de líquidos ó sólidos.

Si la disminucion del calor se hubiera verificado en el mismo grado y en los mismos tiempos en todos los puntos de la superficie del globo, y si causas esteriores ó interiores no hubiesen obrado en diferentes parages de él y perturbado las precipitaciones, las primeras sustancias consolidadas hubieran podido en diferentes épocas depositarse en lechos regulares casi paralelos, y presentar sobre toda la tierra el mismo número, el mismo espesor y la misma naturaleza de las capas. Pero independientemente de otras causas, fuertes esplosiones se verificaban en esta época; porque el fuego que abrasaba nuestro planeta, y los gases, separando con violencia todo lo que presentaba algun obstáculo, rompiendo y levantando las sustancias cuya consolidacion habia comenzado y se oponia á su desprendimiento y á las volatilizaciones de las materias de la masa candente, y esparciendo las unas ó amontanando las otras, dió á las primeras capas de la superficie de la tierra grandes diversidades en estension y naturaleza, en espesor y posicion. Estas esplosiones, cuya fuerza pudiera llegar hasta desprender de la tierra inmensas porciones de materia, no presentaban ninguna regularidad ni por los parages en que estallaban ni por las masas que conmovian, ni por la velocidad que les comunicaban.

Por los resultados de estas esplosiones se pueden esplicar estos fenómenos notables, descubiertos en las capas primitivas y á los que los geólogos han dado los nombres de *oscilaciones*, de *supresiones locales*, de *tran-*

sitos y desenvolvimientos inferiores. Estas capas antiguas presentan sin embargo, á pesar de las causas perturbadoras que han dislocado sus formaciones, grandes rasgos característicos, que revelan su orígen, su tendencia primitiva á la regularidad y su conformidad mas ó menos grande con un plan uniforme en las regiones mas distantes unas de otras.

Mientras que las primeras solidificaciones se hacian en la superficie y formaban al rededor del globo una cubierta mas ó menos gruesa, nuevas capas internas se formaban por la disipacion del calor debajo de las otras; y lejos de sobreponerse á las capas primitivas les servian y sirven de base, y sin embargo, su formacion es posterior á la de las sustancias endurecidas y consolidadas primeramente.

Durante toda esta época, el calor era demasiado fuerte para que el agua pudiese caer en ningun lugar; el Océano permanecia en el aire y no se habia reducido á agua. Así la superficie estaba árida y desnuda y por consiguiente enteramente privada de seres organizados. Solo habia una existencia, la mineral, y por decirlo así un solo principio de fenómenos, el principio químico.

Segunda época ó edad de la tierra.

Continuando la disminucion del calor del globo, la tierra dejó de estar esclusivamente ocupada por la accion mineral, y el agua empezó á condensarse al rededor suyo. Torrentes inmensos debieron precipitarse sobre la superficie ardiente de nuestro planeta, pero cayendo sobre su corteza abrasada eran rechazados con violencia, convertidos en vapores y renobaban al rededor de la tierra la atmósfera que formaban antes de su precipitacion. Los enfriamientos, las condensaciones en nubes, las fuertes lluvias, los diluvios, las sublimaciones y las sus-

pensiones á una distancia mayor ó menor de la superficie del globo se reiteraban muchas veces; y esta sucesion de combates y de trasformaciones siguió hasta el momento en que la temperatura de la tierra no hallándose tan elevada, las aguas atmosféricas no fueron rechazadas por los granitos, las demas sustancias primitivas, tan largo tiempo candentes, se esparcieron sobre la tierra todavía próxima á la figura esferoidal, la cubrieron formando el vasto Océano, y no solamente llenaron las depresiones sino que se estendieron sobre las llanuras y se elevaron sobre las cimas y picos mas distantes del centro, que entonces eran poco elevados.

Este mar universal, cuyas aguas eran análogas sin duda á las termales de nuestro suelo actual, estaba sometido á las fuerzas de atraccion del sol y de la luna y presentaba el fenómeno de las mareas. La costra sólida que se habia formado (Lám. IV. fig. 4), contrayéndose por el efecto de la disminucion de la temperatura, comprimió el interior, todavía líquido, hasta que se produjeron fracturas por las cuales este interior fué arrojado y se derramó en la superficie; tal fué el mecanismo de la emision de las rocas ígneas; que es lo que sucede en las operaciones metalúrgicas, cuando se someten masas metálicas en fusion á un rápido enfriamiento. De aqui resultaban otras conmociones marinas con los movimientos mas repentinos, mas estensos é irregulares. Las ondas agitadas hasta lo mas profundo del Océano, obraban con fuerza contra la corteza del globo, y particularmente contra las pendientes y cimas de las elevaciones modificando las formas, cambiando los contornos y alterando la estructura.

El oxígeno y los demas elementos del aire formaron una atmósfera que no contenia ya la sustancia acuosa de que el Océano se compone. Esta atmósfera aerea rechazada, por decirlo asi, de la tierra por el calor muy

vivo que el globo le comunicaba, se estendia á grande distancia. Sin embargo esta altura no impedia que la luz solar llegase hasta la superficie de la tierra, ó mas bien á la del mar universal que cubria el globo.

Inclinada la eclíptica de nuestro globo sobre el ecuador, la sucesion de relaciones de distancia y de posicion entre el sol y la tierra, que cambiaban á medida que esta recorria su ruta anual, daba la diversidad de las estaciones. Pero solo eran estaciones de luz y diferentes en la abundancia de los rayos luminosos que provenian del sol; el globo terrestre y el mar que le rodeaban estaban todavía penetrados de un calor demasiado vivo que venia del interior del planeta para que no superase al que podian darle los rayos solares.

Mientras que el Océano cubria todavía la superficie de la tierra, grandes masas de agua eran conducidas por el movimiento de rotacion del globo, de los polos al ecuador, donde se acumulaban y levantaban. Pero forzadas á acceder las nuevas masas que llegaban, volvian hácia los polos para acudir de nuevo al ecuador y reemplazar los volúmenes de agua que les habian sucedido. Estas alternativas formaban una circulacion inmensa y constante y en la lucha de las corrientes que seguian estas masas acuosas y de los obstáculos que se las oponian, la agitacion de las ondas penetraba en las mayores profundidades del Océano.

Esta agitacion era tanto mayor cuanto que las aguas de este mar enrarecidas por el calor que las mantenia en estado de ebulicion violenta, obedecian menos á la atraccion interior del globo. Estas ondas así sustraidas á la gravedad, debian obrar con mas energía contra las elevaciones de la tierra ya consolidadas, variar las formas y concurrir á conservar ó aumentar las direcciones mas ó menos irregulares y mas ó menos continuas

comunicadas á un gran número de cordilleras de altas montañas.

Grandes causas se reunian despues de estos tiempos para cambiar la faz de la tierra. Las esplosiones continuaban y su violencia era tanto mayor cuanto mas se estendia la consolidacion del interior de la tierra debajo de los terrenos primitivos. Los agentes que la producian, desplegándose con energía, obraban no solamente contra estos terrenos, sino tambien contra las capas nuevas que acababan de formarse, y que les servian de base. Levantaron en un gran número de porciones de la costra terrestre las montañas ó llanuras primitivas, y las bases sobre que se apoyaban. Enormes y numerosas cavidades se produgeron en otros parages, inmensas cuencas fueron escavadas y agrandadas. Así las desigualdades de la tierra aumentaban por la elevacion de llanuras, de esplanadas y cordilleras, y por el hundimiento ó depresion de los llanos y la formacion de escavaciones estremamente estensas. Las aguas del Océano penetraron en estas escavaciones, se precipitaron en las nuevas cuencas y dejaron al descubierto los primeros continentes ó las primeras islas, cordilleras las mas elevadas ó los puntos mas altos de la superficie consolidada.

Las aguas del mar disminuyeron mas de volúmen, porque el gran calor que tenian no cesó de debilitarse. Entre las montañas mas altas que se ven ahora en el globo, muchas deben haber esperimentado grandes mutaciones en una larga serie de siglos, y haber perdido mucho de su altura por los vientos impetuosos, las lluvias frecuentes, deshielos consiguientes á fuertes heladas, y por todos los agentes que han podido destruir sus cimas y arrastrar los materiales, ó sus masas mas elevadas han podido ser levantadas por otras que los volcanes habrian lanzado. Sin embargo se puede presumir que las

primeras islas abandonadas por el Océano han sido los montes mas altos que tenemos: tales como los cuatro grandes picos de la cordillera de Himalaya, del Tibet, el Caúcaso, &c.

Cuando se medita con constancia acerca de la naturaleza de los fenómenos geológicos, de los que vamos bien presto á ocuparnos, y que los monumentos de la naturaleza hacen incontestables, es casi imposible no suponer que cuando aparecieron sobre el Océano las islas y archipiélagos de las que acabamos de indicar algunos de los mas principales, una gran cantidad de agua del mar se quedó en estas islas en lagos muy estensos, situados á diferentes alturas y formados por cordilleras de montañas mas ó menos paralelas, y por diques mas ó menos fuertes que cerraban sus estremidades.

Mientras que grandes porciones del mar quedaban asi, como suspendidas á diversas alturas entre los diferentes ramales de las montañas de los archipiélagos y de las islas, las aguas de la atmósfera que caian sobre estas vastas tierras salidas del seno de las mismas, las tempestades del aire, las del Océano, nuevas esplosiones y las erupciones terrestres ó submarinas de la materia candente destruian porciones considerables de los terrenos primitivos, las arrastraban, rodaban, mezclaban y depositaban en diversas direcciones en las cuencas ó valles, en las gargantas y en los parages menos elevados de las islas ó á distancias mas ó menos grandes de sus costas en las cuencas ó valles todavía ocupados por las aguas de este mar, que en sus agitaciones violentas habia batido, alterado y destrozado las faldas de las montañas ó las orillas de las llanuras.

Estos nuevos depósitos formaron los *terrenos de transicion*, que se han considerado como intermedios entre los terrenos primitivos y los secundarios; terrenos que

cuando han sido observados se han encontrado mezclas, lechos y alternaciones de capas, que presentando vestigios de confusion y de desórden, que eran como otras tantas pruebas de su orígen, y los signos notables de las causas variadas que les habian producido, de las épocas diferentes en que habian sido formados y de las cuencas de diversa naturaleza en los que habian sido depositadas y mezcladas con fragmentos de estas mismas cuencas mas ó menos alterados.

Pero lo mas notable en estos terrenos de transicion y lo que principalmente los separa de los terrenos primitivos, es la presencia de porciones y de restos de despojos ó impresiones de cuerpos organizados, de vegetales que han vivido durante un tiempo mas ó menos largo en las partes declives de las islas, y de animales que habitaban en medio de las ondas mas ó menos cálidas del Océano, y que se han perpetuado hasta nosotros en lo interior de los esquistos, de las grawackas y de calizas. Su estructura era sencilla y su vida todavía muy poco delicada para acomodarse á las circunstancias que les rodeaban. Las plantas todas mas ó menos acuáticas eran semejantes á las que ahora necesitan para desarrollarse el calor de los trópicos. Los zoófitos, las astreas, las madréporas, litodendros y otros muchos levantaban entonces arrecifes en las aguas; ciertos moluscos vivian en el fondo; otros, como las ortoceratitas y los espiríferos, &c., nadaban libremente sobre las olas; una familia particular de crustáceos, la de los trilobitas, compuesta de un gran número de especies, hormigueaba en ciertos parages; en fin, habia ya algunos peces. De estos seres son de los que encontramos despojos cuando examinamos los sedimentos depositados sobre la corteza de la tierra en el orígen de la segunda edad. De esta tropa misteriosa, los mas elementales, los mas simples aparecieron sin duda los primeros; ¿pero de dónde

vinieron estos primeros vivientes? Salidos sin generacion de la nada, ¿qué vida les habia dado la existencia? Nada mas puede responderse á esta cuestion sino que habian nacido como la tierra, que no conoce otro padre que el Supremo Hacedor.

Tercera época ó edad de la tierra.

Las causas que durante la formacion de los terrenos de transicion habian producido el descenso del nivel del mar, la disminucion de su superficie y la aparicion de un gran número de islas y de archipiélagos, habian continuado obrando sobre el globo. Nuevas tierras ó mas bien continentes habian aparecido sobre el mar. Los valles de estos continentes abandonados por el Océano, habian descubierto nuevos terrenos consolidados mas recientemente sobre los terrenos primitivos. Estos terrenos nuevamente descubiertos recibieron grandes modificaciones de la accion de los diversos gases atmosféricos, vueltos muy activos por el calor terrestre muy superior al que presenta ahora la superficie del globo; su naturaleza habia cambiado por estas modificaciones y las producidas por las materias abrasadas arrojadas del interior. Las lluvias violentas, las tempestades y borrascas habian gastado y quebrantado por decirlo asi estos terrenos alterados y modificados, y los torrentes y las olas de los mares trasportaron sus restos á los parages hácia donde tantas causas fortuitas parecian dirigir sus fuerzas y establecer los terrenos secundarios encima de los de transicion ó de los primitivos si estos últimos faltaban.

Agrandada ya la superficie de los continentes y templado el calor del globo, los seres vivientes empezaron á esperimentar modificaciones en su estructura. Muchas especies anteriormente existentes se estinguieron y el nú-

mero de plantas y de animales iba siempre aumentando, á medida que la organizacion se complicaba. Hasta esta época ningun animal ni planta ter restre habia existido, porque la vegetacion ocupaba simplemente las partes mas bajas en que el agua hacia mansion. Pero la superficie del suelo espuesta incesantemente á la accion de la atmósfera y á la de las aguas que se esparcian alrededor de ella, ha debido alterarse y modificarse á consecuencia de la accion de estos diversos agentes. Las porciones que la constituian divididas y reducidas á partículas mas delicadas, permitieron al agua penetrar mas fácilmente, y acelerar en cierto modo el movimiento de su descomposicion. Desde entonces las plantas han podido desarrollarse, y la existencia de estos vegetales terrestres ha favorecido necesariamente mucho mas tarde la formacion de animales terrestres. Pero como en esta época el calor de la tierra aunque templado era bastante considerable y la atmósfera muy húmeda y cálida, la vegetacion debió presentar una actividad estraordinaria. Así encontramos en esta vegetacion primitiva formas gigantescas de las especies que en nuestros dias son humíldes y ténues yerbas. Las palmeras, varios árboles y otros vegetales que en su lugar oportuno se han indicado, dejaron en los primeros tiempos del periodo secundario innumerables restos que arrastrados en medio de los terrenos de este nombre con el transcurso del tiempo se carbonizaron y formaron una sustancia análoga a la antracita de los terrenos de transicion, pero todavía mas vegetal, y que conservando su parte aceitosa y bituminosa constituye la hulla ó el carbon de tierra.

Lo mismo que habia sucedido con las plantas acaeció con los animales; á los zoófitos, radiarios y moluscos de los terrenos de transicion, cuyos géneros se han perdido enteramente, se siguió la aparicion de otros

nuevos zoófitos, y de moluscos que han desaparecido igualmente de nuestros mares, tales son los *amonitas* y los *belemnitas*, cuyos restos existen en abundancia en los terrenos secundarios, al paso que faltan totalmente en los terrenos terciarios. Pero además de estos animales y de algunos insectos y anelides que pertenecian á los invertebrados, aparecieron entre los vertebrados nuevos géneros de peces y los gigantescos reptiles y estraordinarios ya descritos, muchos enteramente acuáticos.

Durante la época en que se formaron los terrenos secundarios, hubo, en veces distintas, largos períodos de calma que permitieron á la organizacion desarrollarse, y á los sedimentos efectuarse de una manera lenta. Pero los volcanes tan numerosos en esta época obraban de cuando en cuando con la violencia que les daba el estado del globo. La masa interna comprimida hacia siempre violentos esfuerzos por salir. Algunas veces la corteza mineral resistia, y se levantaban montañas; otras, la materia candente se fraguaba un paso y se derramaba á lo lejos sobre las capas ya formadas y constituia las rocas ígneas que se encuentran en los terrenos secundarios. En consecuencia de estas perturbaciones, los depósitos comenzaban de nuevo en lo interior de las cuencas á donde eran arrastrados por las aguas afluentes que transportaban porciones de rocas y restos de animales y plantas.

Cuarta época ó edad de la tierra.

En la época terciaria las causas que acabamos de indicar continuaban obrando, y los continentes se descubrieron mas y mas. Las tierras actuales con sus relieves principales estaban con poca diferencia fuera de las aguas; golfos sinuosos y mares profundos las cortaban, caspios

salados y lagos de agua dulce ocupaban inmensas regiones del interior, y grandes rios con avenidas periódicas descendian de las montañas y atravesaban las llanuras. Los animales y las plantas estaban escalonados geográficamente segun el pais, y toda la organizacion tomaba un carácter mas análogo al que tiene. Así las plantas se parecian á las especies actuales. La gran clase de los mamíferos, que habia ya ensayado presentarse, ocupó definitivamente su rango en la creacion y pobló los campos.

Las aves animaron los bosques, insectos numerosos revoloteaban sobre las plantas, y los reptiles se deslizaban bajo la yerba. Los mares recibieron por su parte moluscos y peces nuevos; continuaron en nivelar sus despojos sobre sus riberas y en el fondo de sus cuencas, con las arcillas, arenas y calizas que depositaban al mismo tiempo. Por lo demas la accion mineral no estaba todavía estinguida, en algunos puntos bocas verdaderamente volcánicas empezaban sus erupciones aéreas. En fin la cubierta terrestre continuando en contraerse, el esferoide se habia llenado de surcos, la superficie de nuevos valles y nuevas arrugas de montañas. Tal vez á estas poderosas causas deben atribuirse las alternaciones de conchas marinas y las de agua dulce cuya formacion se ha esplicado.

Despues de la última vez en que se supone que el mar pudo cubrír grandes segmentos de la superficie de nuestro planeta, y en que se supone que debió verificarse el asiento de las capas de un sistema de montañas que compren de la cadena principal de los Alpes, las grandes causas de destruccion se debilitaron, las vastas islas se convirtieron en continentes, los continentes se estendieron y cubrieron de vegetales, y numerosos animales poblaron los bosques que se elevaban sobre las montañas, llanuras y valles.

Quinta época ó edad de la tierra.

Los tiempos transcurrieron; las lluvias, los torrentes y los rios rápidos, los desbordes de los grandes rios arrastraron las tierras y los fragmentos de las rocas, de las montañas y colinas y los depositaron con inmensa multitud de despojos de plantas en los parages mas ó menos distantes de sus orígenes, donde la poca pendiente de los terrenos disminuia su velocidad y no permitia á las aguas, cuyo movimiento se habia retardado, trasportar materias pesadas por grande que fuese su division.

Estos antiguos aluviones presentan entre los terrenos que han formado un limo de acarreo, margas arcillosas turbas y cantos rodados. Pero cuales han sido las causas que trasportaron sobre tantos paises á la vez peñascos desprendidos de las cimas mas lejanas? Estos peñascos errantes dispersados sobre la tierra del Norte, de los cuales algunos pesan hasta 300,000 quilógramos y cuyo volúmen es de mil metros cúbicos, ¿son los testigos silenciosos de una gran catástrofe que en estos tiempos barrió una parte de los continentes y sepultó á millares sus rudos habitantes como piensan los geólogos? catástrofe ocasionada tal vez por el levantamiento de algunas cordilleras y de la salida de grandes masas volcánicas, ó mas bien, como creen otros; ¿estos peñascos fueron rodados por los grandes rios de aquella época, que se estendian de una montaña á otra, y que por consiguiente eran muy superiores por su anchura, profundidad y rapidez á los que ahora corren sobre la tierra, aunque se les comparase el Orinoco y el de las Amazonas?

Tal vez sea muy difícil resolver de un modo positivo esta cuestion, sin embargo que la primera suposicion

parece la mas probable. Lo cierto es que viajamos de un punto á otro sin perder la huella de estas fuerzas prodigiosa, delante de las que nuestra imaginacion se pasma. Este es el diluvio de los geólogos: el hombre todavía no existia.

En estos antiguos aluviones se encuentran huesos de muchos cuadrúpedos gigantescos, tales son entre otros del megaterio, del megalonix, especie de pangolin y de varios rumiantes, que debian referirse al aurocs ó bueyes mucho mayores que los actuales. Los mismos elefantes, los alces y otros animales fósiles de familias muy diversas presentan todavía con frecuencia diferencias bastante grandes relativamente á las especies vivientes, de los géneros á que pertenecen, para que muchos zoologos hayan creido que no debian referirseles á las especies que existen; y esta diversidad de conformacion se ha notado asi en los fósiles de terreno de aluvion como en los de las formaciones terciarias y precedentes. Pero por grande que sea esta diversidad y reales que hayan sido los movimientos del suelo y los accidentes que de ellos hayan nacido, no podremos concebir que hayan sido la causa de su muerte y desaparicion de las poblaciones, vegetales y animales que se han sucedido en el curso de las edades; sino que las condiciones de los medios en que estos seres estaban sumergidos, cambiando con la temperatura que bajaba progresivamente, han determinado la muerte de los unos y permitido la vida á los otros. Así solo es como se concibe el aniquilamiento de especies enteras y la aparicion de especies nuevas. Este resultado parecerá menos grande si se reflexiona sobre los que el hombre ha obtenido con poco trabajo en muchas especies de animales domésticos, cuyo grandor, proporciones y caractéres ha modificado tan notablemente.

A esta época debe referirse la existencia de un gran número de animales cuyos esqueletos se han encontrado en vastas cavernas. En ellas se han hallado los huesos del megalonix, de grandes osos, tigres, leones, hienas, elefantes, rinocerontes é hipopótamos, y lo que todavía es mas notable porciones de esqueletos de cuadrúpedos que en el estado actual de nuestro globo buscan las regiones ardientes de la Zona tórrida ó las templadas próximas á ellas, y un gran número de huellas de glotones, cuyas especies análogas pertenecen á las regiones septentrionales. Estas observaciones reunidas á las de haberse encontrado restos del elefante mamuth ó elefante velludo á orillas del Neva y algunos individuos enteros hasta con sus carnes y pelo, así como rinocerontes en la Siberia que parecen haber perecido en la ultima revolucion del período terciario, ha dado lugar á serias discusiones. Se ha supuesto que habian sido transportados por las aguas desde las regiones cálidas en que vivian, pero entonces debieron podrirse los cadáveres; que ha cambiado el eje de la tierra y su posicion respeto del sol, sucesos que aunque posibles, la astronomía demuestra que no han existido, ni son necesarios para esplicar este fenómeno hoy dia muy fácil de concebir. Todos los puntos de la tierra han venido desde la temperatura de los cuerpos en fusion á la que tienen actualmente, y los primeros lugares habitables, es decir, los primeros enfriados, han sido las regiones polares y las cimas de las montañas mas altas. Porque siendo la temperatura media actual del ecuador 28 grados sobre 0 y la de los polos de 16 bajo 0 y por consiguiente la diferencia entre estas dos regiones de cuarenta y cuatro grados, debió necesariamente resultar que cuando el polo tuvo treinta grados, temperatura que se puede mirar como compatible con la existencia de los animales superiores, el ecuador tenia

74 grados, temperatura enteramente insoportable á los seres actuales.

Todos los climas desde los polos han estado sucesivamente á la temperatura que el ecuador tiene en la actualidad, y lo que la teoría física anuncia de una manera positiva ha sido confirmado por las investigaciones de la Botánica. La palmera supone por lo menos una temperatura media de veintiun grados centígrados, es decir, la temperatura de la Palestina; y cuando se encuentran troncos á los alrededores de Paris, se puede afirmar que estos lugares han tenido en otro tiempo una temperatura media de veintidos ó veintitres grados; hecho por otra parte establecido por la teoría matemática que Fourrier ha creado.

¿Pero cual ha sido la causa que ha reunido en estos inmensos subterráneos los despojos de los cuadrúpedos, cuyos análogos son unos enemigos de los otros? ¿Eran guaridas de fieras á donde se retiraban con sus presas y como parece indicar los vestigios de erosion de dientes de animales que presentan algunos huesos, han sido allí arrastrados por las aguas ó sorprendidos por un diluvio particular producido por alguna de las causas espuestas, guareciéronse en estas cavernas donde fueron por las aguas perseguidos hasta en sus últimos asilos estos numerosos mamíferos que encontraron en ellos una muerte tan pronta como inevitable? La circunstancia de ser estos restos animales mas numerosos y de hallarse diseminados en las cavernas mas accesibles á las aguas, puede hacernos inclinar nuestro modo de pensar hácia la segunda suposicion.

Continuó el enfriamiento de la tierra y cuan grande hubo de ser la cantidad perdida para llegar á la temperatura actual. Los volcanes producian siempre trastornos, pero su poder era menor que en las edades preceden-

tes. Ya no levantaban inmensas regiones, no conmovian vastas partes de los continententes, y no debian su existencia á tan grandes cantidades de fluidos elásticos dilatables con la rapidez del rayo, por un calor escesivo aun á distancias muy pequeñas de la superficie de nuestro planeta; sin embargo, lanzaban por sus crateres ó sus lados anchas corrientes de lavas.

No obstante, una cantidad inmensa de vegetales cubrió la superficie de la tierra. Estos vegetales, cuyas especies han llegado hasta nosotros sin modificarse, se encuentran aun en la zona tórrida. Todas las clases de animales que los naturalistas han examinado poblaban esta superficie, adornada de tantos árboles y verdor; los gusanos, los moluscos, las serpientes, los cuadrúpedos ovíparos, los cetáceos, los cuadrúpedos vivíparos ó mamíferos vivian, crecian y se multiplicaban en las aguas dulces de los lagos, de los riachuelos y de los grandes rios; en los mares interiores y en el grande Océano á las orillas de las aguas corrientes y mares, en medio de las verdes sábanas, debajo de los arbustos floridos, en la profundad de los bosques y en la estremidad de los picos y de montañas elevadas en las altas regiones de la atmósfera. La tierra en su temperatura tenia mucha relacion con la zona tórrida actual. Las especies mas voluminosas han sido desde entonces poco modificadas; pero la mayor parte de ellas disminuyeron algo de volúmen, como lo prueban los dientes y huesos fósiles de los animales de esta época; debiéndose atribuir el decremento de sus dimensiones al progreso del enfriamiento de la tierra. Nuestro Planeta estaba entonces penetrado de un calor todavía mas vivificante y era mas bello, la naturaleza mas fuerte y fecunda; una especie privilegiada iba á parecer; el hombre, á manifestarse sobre la tierra y á tomar el cetro del mundo.

Cuando todo estubo dispuesto á recibirle, la especie humana apareció sobre la tierra precedida probablemente de los cuadrumanos. Efectivamente, ningun hueso humano, ni de estos últimos se ha encontrado todavía en el estado fósil, y todos aquellos que se han considerado como tales, ó bien se ha visto que no pertenecian al hombre cuando se han examinado mejor, ó se encontraban en depósitos muy recientes de épocas muy aproximadas á la actual. Por consiguiente, todas las revoluciones de la superficie del globo, que han producido sucesivamente los diferentes trastornos de que han sido teatro, y que atestiguan los animales sepultados en sus diferentes capas, fueron anteriores á la aparicion del hombre sobre la tierra. Si hubiese habitado la tierra al mismo tiempo que los demas animales cuyos despojos encierra, sometido á las mismas influencias, hubiese participado de su misma suerte y sus huesos fósiles atestiguarian su existencia primitiva. Pero una cosa verdaderamente notable es la concordancia que hay entre esta sucesion de seres organizados y en especial de animales, con la que hace el autor sagrado del Génesis. Siguiendo las diferentes épocas indicadas por Moisés, se ve en efecto que precedió la creacion de las plantas, de los peces y reptiles acuáticos á las aves, grandes ballenas ó cetáceos, á los animales terrestres y finalmente al género humano creado al último de la sesta época. Por este bosquejo podemos ya concebir la marcha que la naturaleza ha seguido en la creacion de los seres organizados; progresion á que se ha ceñido para llegar desde el zoófito al hombre. Se entrevé ya por lo que hemos dicho al hablar de los huesos de los animales vertebrados y otros fósiles, aunque todavía no se pueda demostrarlo que sea que la naturaleza de los líquidos y de la atmósfera lo permitiese, ó que la fuerza productora de los seres hubiese te-

nido varios grados de intensidad y de perfeccion; se entrevé ya repetimos que los zoofitos han sido los primeros animales. La vida existia ya; pero era una vida equívoca, sin sensibilidad. Mas tarde los insectos han mostrado un grado superior de organizacion; la sensibilidad ha aparecido en el mundo; pero todavía estaba reducida á muy estrechos límites. A los insectos siguieron despues los peces, y la vida ha mostrado mas fuerza; sin embargo estaba limitada á un sentimiento automático, á un puro instinto. Un poco mas tarde, las islas y las riberas se han poblado de reptiles muy poco inteligentes todavía, pero probablemente los únicos que conviniesen á la naturaleza. La tierra se habia embellecido despues, y huéspedes mas elevados, los mamíferos han venido á habitarla; los cuadrúmanos los han seguido. En fin, cuando teniendo ya el aspecto magestuoso con que la conocemos, cuando la fertilidad de su suelo ha podido alimentar millones de seres capaces de apreciar su belleza, de estudiarla y de conocerla, el hombre ha sido colocado en ella.

Estas ideas de creacion por encadenamiento y continuidad podrán muy bien reemplazar á las ideas de creacion por esplosion é instantaneidad; porque si el espacio de un dia parece ser demasiado largo para la omnipotencia de Dios, el espacio de muchos siglos de siglos al contrario no parece sino un instante, si se considera que los tiempos no son nada en su eternidad.

Desde entonces los agentes atmosféricos y las aguas empezaron trabajos análogos á los que vemos en la época actual, sin que el hombre fuese testigo ó á lo menos víctima de catástrofes generales parecidas á las precedentes, hasta que una última revolucion, que los monumentos históricos de acuerdo con los libros santos hacen remontar á algunos miles de años, vino á turbar su tran-

quilidad; el *diluvio*, tan célebre en los anales de todos los pueblos y en las narraciones de los poetas invadió la superficie de la tierra y destruyó á escepcion de un corto número, los hombres y los animales, cuyos despojos si bien no se han encontrado todavía pueden hallarse depositados en el fondo de nuestros mares actuales, en las capas que en ellos se han formado, ó en los terrenos no esplorados y muy reducidos que la especie humana debia habitar en aquella sazon.

¿Pero cuales fueron las causas que obraron para producir este diluvio? ¿Fueron acaso fuertes y abundantes lluvias? ¿Salieron inmensas aguas del seno de la tierra, ó dislocáronse las del mar por la furia de los huracanes, la atraccion de algun cuerpo celeste ó por el hundimiento de antiguos continentes, como el de la famosa Atlantida ó por el levantamiento de los terrenos, y que en esta época se supone que debió ser la cordillera de los Andes? Esta última hipótesis esplica mejor y es mas probable por las revoluciones y efectos de la naturaleza que hemos visto anteriormente. Las demas hipótesis se destruyen por sí mismas; la de las lluvias exigiria una suspension repentina de la evaporacion; las aguas que hay en lo interior de la tierra estan en relacion con lo que la tierra embebe de las lluvias; la dislocacion de los mares por los vientos, ademas de ser una simple suposicion, no se conciben las causas de estos vientos, ni por qué cesaron; la atraccion de un cuerpo celeste aunque posible, es improbable; porque los cometas que pudieran hacerlo tienen poca densidad, y aun cuando han pasado muy cerca no han producido efectos notables. En fin, el hundimiento de terrenos está en oposicion con lo observado en la tierra, en que las montañas son las que estan mas trastornadas que las llanuras, debiendo suceder

lo contrario, y tan poco sus efectos bubieran sido tan generales.

Por lo demas, todo lo que sabemos de la historia antigua de la humanidad nos prueba que ha sido por largo tiempo muy débil contra los grandes fenómenos de la naturaleza. Los rios salidos de madre, los lagos sin límites, los frios y profundos bosques, los animales carniceros y los innumerables insectos le disputaban al hombre el mundo del que todavía no podia llamarse rey. Pero en fin, su genio se ha desarrollado, se ha puesto al frente de la organizacion, porque tal era su mision sobre la tierra. El hombre debia hacer á los demas seres sus tributarios, debia emplear sus propias fuerzas juntamente con las de la naturaleza que su inteligencia le ha revelado para conservar la armonía entre las diversas especies de seres, proteger las razas débiles, impedir que las fuertes adquiriesen demasiado desarrollo, mantener el aseo, la frescura y el aspecto risueño de los campos quitando las plantas secas, haciendo canales para dar corriente á las aguas estancadas, levantando diques contra los torrentes devastadores ó las olas del mar, construyendo en fin los palacios, los templos y las ciudades, dignos frutos de los esfuerzos de su industria y de su imaginacion. Asi el hombre, animal pensador, sociable y capaz de perfeccion es el primero de los seres, es la obra maestra de la creacion; él comprende la naturaleza y se eleva por el pensamiento y afeccion hasta Dios. Pero el hombre es un ser finito. Dios solo es el infinito.

Aunque el hombre fuese inmortal, nada probaria que la humanidad lo fuese tambien; la humanidad no es mas que una aglomeracion de moléculas movedizas, adheridas á la superficie de un planeta que gira en los espacios celestes en medio del torbellino de los demas. ¿Y quien le asegura que los astros que se

mueven su cabeza le serán siempre propicios, y que algun globo estraño no llegue á tocar ó penetrar la órbita en que el nuestro se mueve? Y si algun dia los mares se levantan, si el Océano se remonta hácia sus orígenes arrasando las cimas de las montañas, ¿qué importa á la naturaleza física que las ciudades sean sumergidas y los pueblos destruidos? ¿Y entonces á donde iria á parar nuestro orgullo? ¿qué se harian las obras sublimes que la prensa cree eternizar? Las obras del hombre perecerian con él. Semejantes á esas sociedades de insectos que en un bello dia se reunen para vivir en comun, y pulular, y que luego un huracan, una avenida ó una tempestad consume, dispersa y aniquila sin que se haya podido preveer; desapareceriamos del globo sin que al dia siguiente quedase de la sociedad de la víspera, mas que el mezquino lugar que ocupaba. Para los hombres, como para los animales el mundo físico todo por una obediencia fatal tiene su principio y fin. Dios es el principio y fin. Descansemos en esta unidad divina, de quien todo procede, por la que todo respira y en la que todo debe volver á entrar.

FIN.

TABLA ALFABÉTICA

DE

los géneros, especies y variedades de los minerales.

A

B

C

CH

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

U

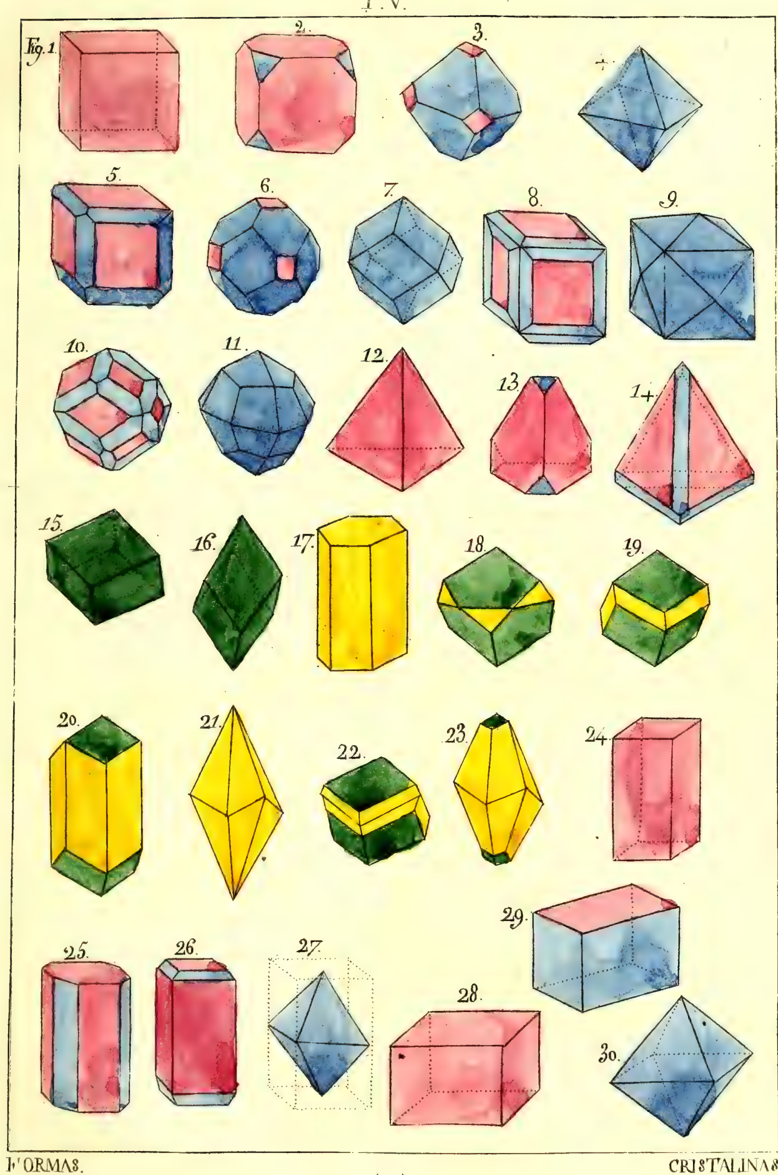
V

W

Y

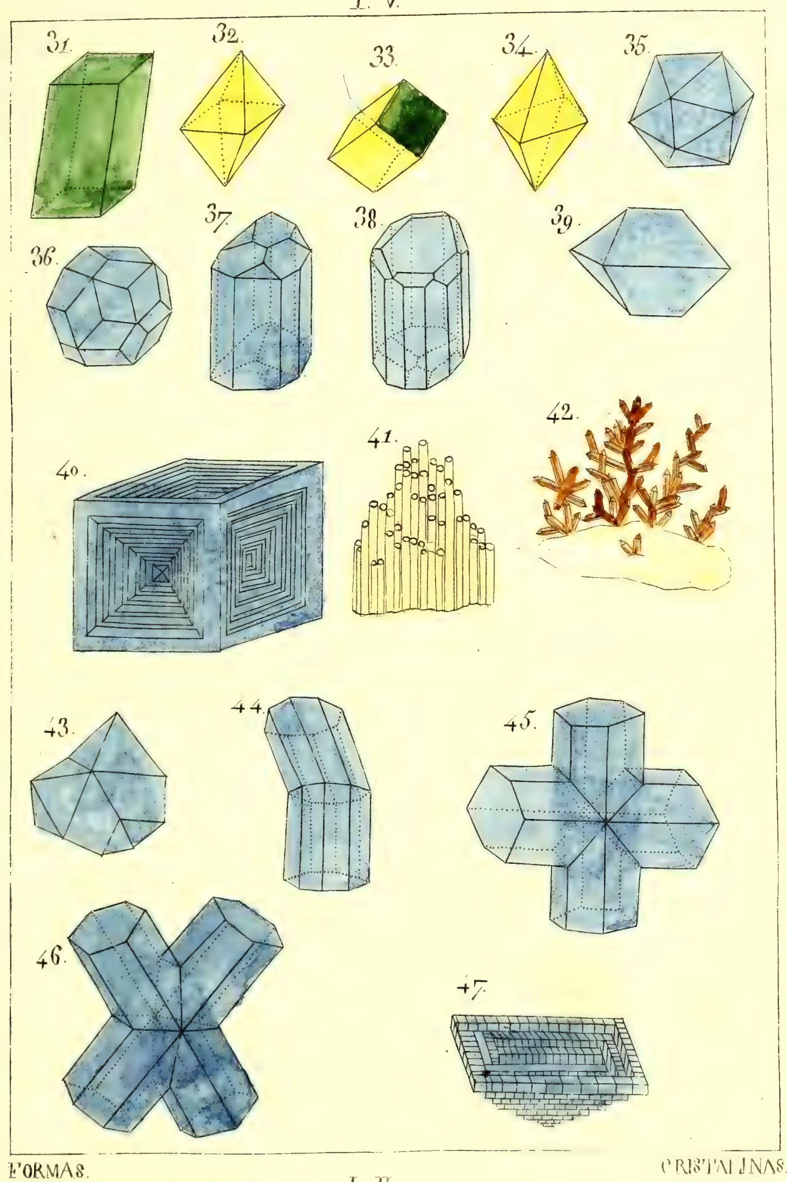
Z

T.V.

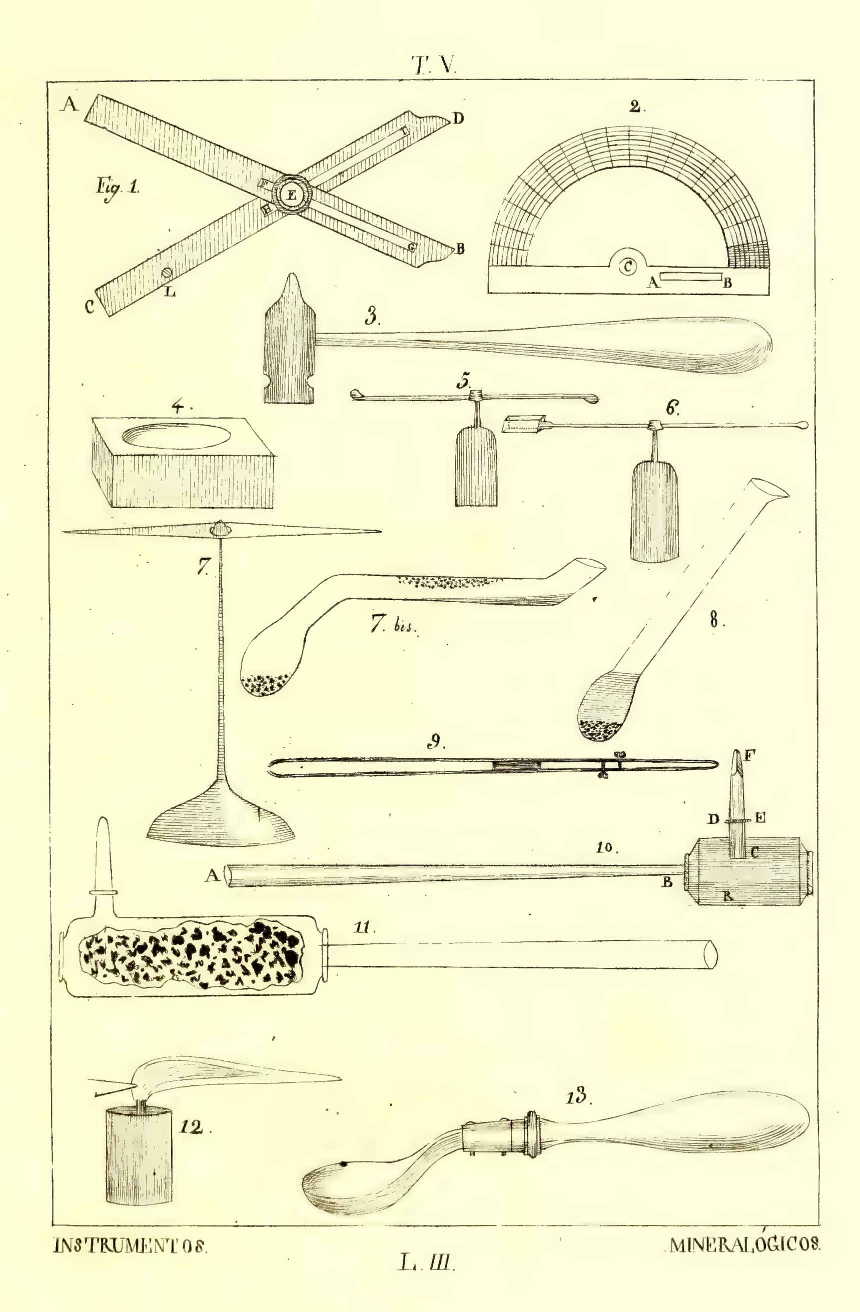


FORMAS. CRISTALINAS

L. 1


T. V.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.
39.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.
FORMAS.
CRISTALINAS.
L. II.

T. V.



INSTRUMENTOS MINERALÓGICOS.

L. III.

T. V.

ESTRUCTURA DE LA TIERRA.

L. IV.

Fig. 1.

2.

3. bis.

4.

1.ª Epoca. 2.ª Ep. 3.ª Ep. 4.ª Ep.

ATMÓSFERA.

1 terrenos primitivos.
2 de transicion.
3 secundarios.
4 terciarios.
5 diluvianos.
6 postdiluvianos.
7 igneos.

Corteza mineral.

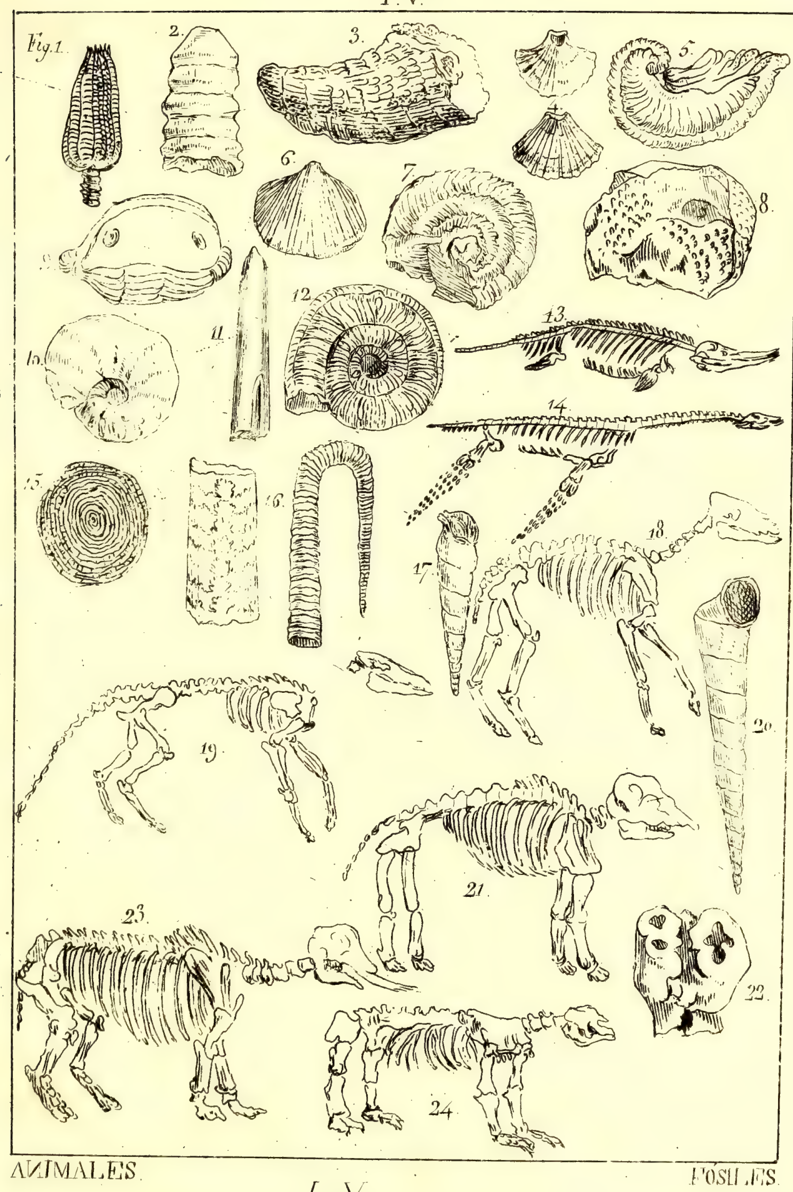
Masa interior del globo fluida.

3.

c d

d f

e



ANIMALES FÓSILES.

L. V.





